

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 10 月 21 日 (21.10.2004)

PCT

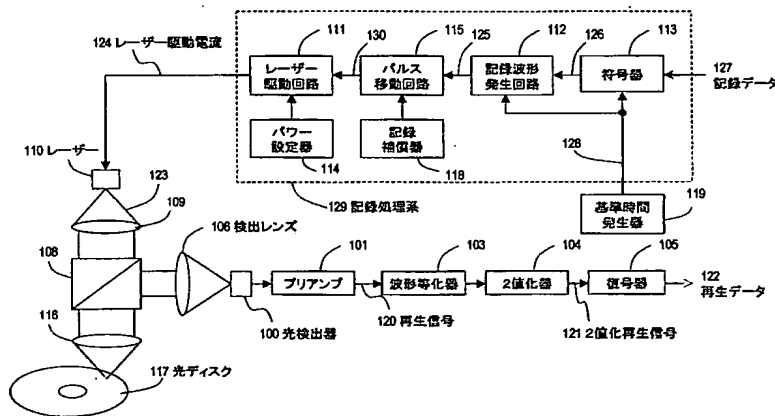
(10) 国際公開番号  
WO 2004/090876 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G11B 7/0045, 7/125 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004224 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中村 敦史 (NAKA-MURA, Atsushi). 古宮 成 (FURUMIYA, Shigeru).  
(22) 国際出願日: 2004 年 3 月 25 日 (25.03.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 奥田 誠司 (OKUDA, Seiji); 〒5400038 大阪府大阪市中央区内淡路町一丁目 3 番 6 号 片岡ビル 2 階 奥田国際特許事務所 Osaka (JP).  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2003-101248 2003 年 4 月 4 日 (04.04.2003) JP  
特願2003-279108 2003 年 7 月 24 日 (24.07.2003) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).  
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: RECORDING MEDIUM DATA RECORDING METHOD AND DEVICE

(54) 発明の名称: 記録媒体へのデータ記録方法および装置



- 124...LASER DRIVE CURRENT  
110...LASER  
111...LASER DRIVE CIRCUIT  
114...POWER SETTER  
115...PULSE MOVING CIRCUIT  
118...RECORD COMPENSATOR  
112...RECORDING WAVEFORM GENERATOR CIRCUIT  
113...ENCODER  
127...RECORDING DATA  
129...RECORDING SYSTEM  
119...REFERENCE TIME GENERATOR  
106...SENSOR LENS  
117...OPTICAL DISK  
100...OPTICAL SENSOR  
101...PREAMPLIFIER  
120...REPRODUCED SIGNAL  
103...WAVEFORM EQUALIZER  
104...BINARIZER  
105...DECODER  
121...BINARIZED REPRODUCED SIGNAL  
122...REPRODUCED DATA

(57) Abstract: A method for recording data as edge position information on the edges of marks and spaces having a plurality of length by applying a pulse energy beam onto a recording medium. Let the shortest code length of a recording code sequence created according to data to be recorded be denoted by  $n$  ( $n$  is an integer of 1 or greater). If the code length  $x$  of a code is  $n$ ,  $n+1$ , or  $n+2$ , a recording waveform of one recording pulse is assigned to the recording mark forming period for the code. If the code length  $x$  of the code is  $n+3$  or more, a recording waveform of a plurality of recording pulses is assigned to the recording mark forming period for the code.

[続葉有]



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が  
可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,  
KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

本発明は、パルス状エネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデータ記録方法である。記録すべきデータに基づいて生成された記録符号列の最短符号長が  $n$  ( $n$  は 1 以上の整数) である場合において、符号長  $x$  が  $n$ 、 $n + 1$ 、または  $n + 2$  の符号に対応する記録マーク形成期間に対しては、記録パルスが 1 個である記録波形を割り当て、符号長  $x$  が  $n + 3$  以上の符号に対応する記録マーク形成期間に対しては、記録パルスが複数個である記録波形を割り当てる。

## 明 細 書

### 記録媒体へのデータ記録方法および装置

#### 技 術 分 野

5       本発明は、光ディスクなどの記録媒体にレーザー光などのエネルギーを照射して未記録部とは物理的性質の異なるマークを形成し、それによってデータ（情報）を記録する記録方法および装置に関する。

#### 背 景 技 術

10       DVD-RAMなどの書き換え可能な光ディスクは、基板上に設けられた相変化記録膜を有している。この相変化記録膜は、高いエネルギー密度を有するレーザー光の照射を受けると、照射部分の温度が局所的に融点を超える温度に達し、熔融する。レーザー光の照射  
15       射を受ける光ディスクは高速で回転しているため、レーザー光のビームスポットは相変化記録膜上をトラックに沿って高速で移動することになる。このため、相変化記録膜のうち、ビームスポットの通過によって熔融した部分はすぐに自然冷却され、凝固する。このとき  
20       のレーザー光のパワーを調節することにより、相変化記録膜の熔融部分は急冷されて非晶質化する。相変化記録膜において非晶質化した領域は、他の領域（結晶領域）とは異なる屈折率および光反射率を示す。このようにして形成された非晶質領域は「マーク」とよばれる。また、トラック上において「マーク」と「マーク」との間  
      の領域は「スペース」と称される。

このようなマークおよびスペースをトラック上に配列することにより、光ディスク上にデータを記録することができる。再生用の弱いレーザー光を光ディスク上に照射し、その反射光強度を測定すれば、マークおよびスペースの境界（マーク・エッジ）を検知することができ、それによってデータを再生できる。再生用レーザー光のパワーは、相変化記録膜を溶融しない低いレベルに保持される。

これらの光ディスク媒体について、データ記録再生時における情報転送速度を向上するには、記録線密度を上昇させるか、光ディスク媒体上におけるビームスポットの走査速度を上昇させればよい。

記録線密度を上昇させるには、マーク長およびスペース長を縮小したり、マーク長およびスペース長の変化の刻みを短くしてマークエッジ位置を検出するための時間幅を狭くすることが有効である。

しかし、記録線密度を上昇させると、再生信号におけるS/N比が低下するため、大幅な記録線密度上昇は望めない。

光ディスク上に微小マークを高い精度で形成するため、1個または複数個のレーザーパルスの連続照射によって記録膜に各マークを形成するライトストラテジーが採用される。

特開平5-298737号公報に開示されている第1の従来技術によれば、異なる長さを有する複数のマークの各々について、レーザー光のパルス列が割り当てられる。形成すべきマーク長に基づいて、各マークを形成するために照射すべきレーザー光のパルス例、すなわち、レーザー光の強度変化を示す波形（記録波形）が決定される。各マーク形成期間に照射されるパルスの個数および振幅は、

記録符号列の長さに応じて制御される。

上記マーク形成期間における記録波形は、先頭部と後続部分の2つの部分に分けられる。各パルスのパルス高は一般に異なっている。また、マーク形成期間以外の期間では、スペースを前置して記録補助パルスが発生される。

特開平5-298737号公報の技術によると、スペース長によらず、先行するマークから直後のマークの前エッジへの熱拡散を補償でき、マーク幅およびマークエッジ位置が高い精度で制御できる。

特開平8-7277号公報が開示している第2の従来技術では、個々の記録符号を異なる長さの複数の基本的な要素に分解し、各要素に1つの記録パルスに対応させる。そして、個々の記録符号を各記録パルスによる各々独立した一連の記録マークとして形成する。

特開平9-134525号公報が開示している第3の従来技術では、先頭の加熱パルスと後続する複数個の後部加熱パルスと後部冷却パルスおよび最後尾冷却パルスからなるマルチパルス記録方式において、記録チャンネル・クロック周期に対する偶数長と奇数長のいずれか一方のマーク長を記録する場合に、後部加熱パルスと後部冷却パルスのパルス幅を記録チャンネル・クロック周期と略同一とする方法が開示されている。

特開平11-175976号公報第4の従来技術では、任意長のマークに対するマーク形成期間における単位時間当たりの注入エネルギーの任意の2変化点の間隔が検出窓幅の1/2倍より長くなるように記録符号列中のマーク長に応じて該マーク形成期間内の注入

エネルギー・パルス数を変化させる方法が開示されている。

上記の第1の従来技術では、検出窓幅分のマークの延長に1発の記録パルスが対応している。このため検出窓幅が短縮した場合、記録エネルギー発生源である半導体レーザー・ダイオードを従来以上に高速に駆動する必要がある。例えば一般的な(1, 7)変調方式を用いて磁気ディスク装置なみの10MBytes/secのバースト転送速度を実現しようとした場合、再生信号における検出窓幅は約8.3ns(ナノ秒)となり、したがって最短の記録電流パルス幅は検出窓幅の約1/2の約4.2nsとなる。しかし半導体レーザーの立ち上がりには数ns程度必要であり、正確な記録光パルス発生は困難である。また仮に正確な記録光パルスが発生できたとしても、相変化ディスクのように加熱部分の冷却速度によってマークの形成を制御する媒体に対してマルチパルス記録を行う場合には、加熱部分が十分に冷却されないうちに次の光パルスが照射されるため、正常なマーク形成が不可能となる。例えば同様に(1, 7)変調方式を用いて10MBytes/secのバースト転送速度を実現しようとした場合、記録媒体の冷却時間も最短の記録電流パルス幅に等しい約4.2nsとなるので、記録媒体の特性によってはマークが正しく形成できない。

前記第2の従来技術では、個々の記録符号を異なる長さの複数の基本的な要素に分解し、各要素に1つの記録パルスに対応させ、個々の記録符号を各記録パルスによる各々独立した一連の記録マークとして形成する方法が開示されている。しかし本従来技術では各

要素に対応した記録パルス間の熱的なバランスが考慮されておらず、記録線密度を上昇させていく場合、マークエッジ位置の制御に問題が生ずる。すなわち1つの記録符号に対応するマークを形成しようとする場合、記録符号先頭部と記録符号後端部では記録膜における熱の蓄積量が異なるために、位置によって記録マーク幅が変動し、正確なエッジ記録が出来なくなる。

前記第3の従来技術では、マーク形成期間の中央部付近で検出窓幅よりも相当短いパルスが記録波形に挿入されるケースが存在し、その近傍でのマーク幅が他の部分に比べて大きく変動する。本従来技術の説明ではマークエッジ記録を行う場合、マークのエッジ位置さえ正確であればマーク中央部分での信号振幅の変動は大きな問題にはならないとしている。しかし再生信号の平均レベルを検出して記録再生条件を決定するような記録再生装置の場合、このような再生信号の歪みは装置の動作に悪影響を与える。例えば相変化記録媒体の場合、位相ピット型記録媒体と同様に反射率の変化で信号が検出できる。このため相変化記録媒体では位相ピット型記録媒体と再生装置を共用しやすいという利点を有するが、位相ピット型記録媒体からの再生信号には前述の歪みが存在しないため、位相ピット型記録媒体用と同一の装置による再生が困難となる。

また前記第4の従来技術では、記録パルス列の記録パワーレベルがステップ状に変動しているため複雑なパワー制御が必要である。また、 $4T_w$ の符号長の信号を記録する場合。少なくとも $3T_w$ 長の間平均パワーレベルよりも高いパワーレベルで発光させることと

なり、高密度化になり微小マークを形成させる場合、これでは照射時間が長すぎるため、所望の記録マークが形成されないと言う欠点がある。

上記の各従来技術によれば、高転送速度時にマークを十分な精度で形成することができず、結果として十分な記録面密度と信頼性を実現することができなかった。

本発明の目的は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、高速転送時においても高い精度でマークを形成できるデータ記録方法およびデータ記録装置を提供することにある。

#### 発明の開示

本発明のデータ記録方法は、パルス状のエネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデータ記録方法であって、記録すべきデータに基づいて記録符号列を生成するステップ（A）と、記録符号列に含まれる各符号の符号長に応じて、前記エネルギービームのパワー変調を規定する記録波形を決定するステップ（B）と、前記記録波形に基づいて前記エネルギービームのパワーを変調するステップ（C）とを含み、前記ステップ（B）は、前記記録符号列の最短符号長が $n$ （ $n$ は1以上の整数）である場合において、符号長 $x$ が $n$ 、 $n+1$ 、または $n+2$ の符号に対応する記録マーク形成期間に対しては、記録パルスが1個である記録波形を割り当て、符号長 $x$ が $n+3$ 以上の符号に対応する記録マ



ク形成期間に対しては、記録パルス（ $P_w$ ）が複数個である記録波形を割り当てる。

好ましい実施形態において、前記ステップ（B）は、前記記録符号列の最短符号長が  $n$ （ $n$  は 1 以上の整数）である場合において、

5 符号長  $x$  が  $n$ 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$  以上の少なくとも 4 つに区分し、前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス（ $P_w$ ）の数が等しい符号長  $m$  および符号長  $m+1$  の符号について、符号長  $m$  の記録マーク形成期間に含まれる任意の第  $K$  番目の記録パルスの期間を「符号長  $m$  の記録パルス幅」とし、符号長  $m+1$

10 の記録マーク形成期間に含まれる第  $K$  番目の記録パルスの期間を「符号長  $m+1$  の記録パルス幅」とした場合において、（符号長  $m$  の記録パルス幅） $\leq$ （符号長  $m+1$  の記録パルス幅）の関係が成立するように記録波形を決定する。

好ましい実施形態において、前記ステップ（B）は、前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス（ $P_w$ ）の数、

15 および 2 つの記録パルス（ $P_w$ ）には含まれたボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間の数が相互に等しい符号長  $m$  および符号長  $m+1$  の符号について、符号長  $m$  の記録マーク形成期間に含まれる任意の第  $K$  番目のボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間を「符号長  $m$  のパルス幅」とし、符号長  $m+1$  の記録マーク形成期間に含まれる第  $K$  番目のボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間を「符号長  $m+1$  のパルス幅」とした場合において、（符号長  $m$  のパルス幅） $\leq$ （符号長  $m+1$  のパルス幅）の関係が成立するように記録波形を決定する。

20

好ましい実施形態において、符号長  $x$  が  $n+3$  以上の符号に対応する記録マーク形成期間における記録波形は、 $(x-1)$  を 2 で割った商に等しい記録パルスを含む。

5 好ましい実施形態において、各符号長  $x$  が  $n+3$  以上の符号に対応する記録マーク形成期間における記録波形の消去パワーレベル ( $P_e$ ) の期間は、 $1 T_w$  以上に設定される。

好ましい実施形態において、各記録マーク形成期間における記録波形のボトムパワーレベル ( $P_b$ ) の期間は  $1 T_w$  以上に設定される。

10 好ましい実施形態において、各記録マーク形成期間における記録波形の冷却パワーレベル ( $P_c$ ) の期間は  $1 T_w$  以上に設定される。

好ましい実施形態において、符号長  $x$  に応じて、対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる先頭パルスの開始位置および冷却パルスの終端位置のシフトを行なう。

15 好ましい実施形態において、前記シフトは、符号長  $x$  が  $n$ 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$  以上の少なくとも 4 つの区分けに応じて異なる大きさに設定される。

20 本発明によるデータ記録装置は、パルス状のエネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデータ記録装置であって、前記エネルギービームのパワー変調を行なうレーザー駆動手段と、前記記録媒体に記録すべきデータを記録符号列に変換する符号化手段と、前期記録符号列に含まれる各符号の符号

長 $x$ に応じて、前記エネルギービームのパワー変調を規定する記録波形を決定するマーク長分類手段とを備え、前記マーク長分類手段は、前記記録符号列の最短符号長が $n$  ( $n$ は1以上の整数)である場合において、符号長 $x$ が $n$ 、 $n+1$ 、または $n+2$ の符号に対応する記録マーク形成期間に対しては、記録パルス ( $P_w$ ) が1個である記録波形を割り当て、符号長 $x$ が $n+3$ 以上の符号にに対応する記録マーク形成期間に対しては、記録パルス ( $P_w$ ) が複数個である記録波形を割り当てる。

好ましい実施形態において、前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス ( $P_w$ ) の数、および2つの記録パルス ( $P_w$ ) の間にはさまれたボトムパワーレベル ( $P_b$ ) の期間の数が等しい符号長 $m$ および符号長 $m+1$ の符号について、符号長 $m$ の記録マーク形成期間に含まれる任意の第 $K$ 番目のボトムパワーレベルの期間を「符号長 $m$ のパルス幅」とし、符号長 $m+1$ の記録マーク形成期間に含まれる第 $K$ 番目のボトムパワーレベルの期間を「符号長 $m+1$ のパルス幅」とした場合において、(符号長 $m$ のパルス幅)  $\leq$  (符号長 $m+1$ のパルス幅) の関係が成立するように記録波形を決定する。

好ましい実施形態において、前記記録符号列の最短符号長が $n$  ( $n$ は1以上の整数)である場合において、符号長 $x$ が $n$ 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$ 以上の少なくとも4つに区分し、前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス ( $P_w$ ) の数が等しい符号長 $m$ および符号長 $m+1$ の符号について、符号長 $m$ の記録マ

ク形成期間に含まれる任意の第K番目の記録パルスの期間を「符号長mの記録パルス幅」とし、符号長m+1の記録マーク形成期間に含まれる第K番目の記録パルスの期間を「符号長m+1の記録パルス幅」とした場合において、（符号長mの記録パルス幅） $\leq$ （符号長m+1の記録パルス幅）の関係が成立するように記録波形を決定する。

好ましい実施形態において、前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス（Pw）の数、および2つの記録パルス（Pw）には含まれたボトムパワーレベル（Pb）の期間の数が相互に等しい符号長mおよび符号長m+1の符号について、符号長mの記録マーク形成期間に含まれる任意の第K番目のボトムパワーレベル（Pb）の期間を「符号長mのパルス幅」とし、符号長m+1の記録マーク形成期間に含まれる第K番目のボトムパワーレベル（Pb）の期間を「符号長m+1のパルス幅」とした場合において、

（符号長mのパルス幅） $\leq$ （符号長m+1のパルス幅）の関係が成立するように記録波形を決定する。

好ましい実施形態において、符号長xがn+3以上の符号に対応する記録マーク形成期間における記録波形は、（x-1）を2で割った商に等しい記録パルスを含むように決定される。

好ましい実施形態において、マーク形成期間におけるレーザーパルスの基本波形の立ち下がりから立ち上がりの全間隔が検出窓幅（Tw）以上となるように前記記録波形を決定する。

好ましい実施形態において、符号長  $x$  に応じて、対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる先頭パルスの開始位置および冷却パルスの終端位置のシフトを行なうパルス移動手段を備える。

- 5        好ましい実施形態において、符号長  $x$  が  $n$ 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$  以上の少なくとも4つの区分けに応じて異なる大きさに前記シフトを設定する記録補償手段を有する。

10        本発明の他のデータ記録方法は、パルス状のエネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデータ記録方法であって、記録すべきデータに基づいて記録符号列を生成するステップ（A）と、記録符号列に含まれる各符号の符号長に応じて、前記エネルギービームのパワー変調を規定する記録波形を決定するステップ（B）と、前記記録波形に基づいて前記エネルギービームのパワーを変調するステップ（C）とを含み、前記ステップ（B）は、符号長  $n$  および符号長  $n+1$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス（ $P_w$ ）の数が1つに設定し、しかも、符号長  $n$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス（ $P_w$ ）の幅は、符号長  $n+1$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス（ $P_w$ ）の幅以下に設定し符号長  $n+2$  および符号長  $n+3$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス（ $P_w$ ）の数は2つに設定され、しかも、符号長  $n+2$  に対応する

15

20

記録マーク形成期間における記録波形に含まれる第1記録パルス  
( $Pw$ )の幅は、符号長 $n+3$ に対応する記録マーク形成期間にお  
ける記録波形に含まれる第1記録パルス( $Pw$ )の幅以下であり、  
かつ、符号長 $n+2$ に対応する記録マーク形成期間における記録波  
5 形に含まれる第2記録パルス( $Pw$ )の幅は、符号長 $n+3$ に対応  
する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる第2記録パ  
ルス( $Pw$ )の幅以下に設定される。

本発明の更に他のデータ記録方法は、パルス状のエネルギービー  
ムで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマーク  
10 およびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデ  
ータ記録方法であって、記録すべきデータに基づいて記録符号列を  
生成するステップ(A)と、記録符号列に含まれる各符号の符号長  
に応じて、前記エネルギービームのパワー変調を規定する記録波形  
を決定するステップ(B)と、前記記録波形に基づいて前記エネル  
15 ギービームのパワーを変調するステップ(C)と、を含み、前記ス  
テップ(B)は、前記記録符号列の最短符号長が $n$ ( $n$ は1以上の  
整数)である場合において、符号長 $x$ が $n$ 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$   
以上の少なくとも4つに区分し、前記記録マーク形成期間における  
記録波形に含まれる記録パルス( $Pw$ )の数が等しい符号長 $m$ およ  
20 び符号長 $m+1$ の符号について、符号長 $m$ の記録マーク形成期間に  
含まれる任意の第 $K$ 番目の記録パルスの期間を「符号長 $m$ の記録パ  
ルス幅」とし、符号長 $m+1$ の記録マーク形成期間に含まれる第 $K$   
番目の記録パルスの期間を「符号長 $m+1$ の記録パルス幅」とした

場合において、（符号長 $m$ の記録パルス幅） $\leq$ （符号長 $m+1$ の記録パルス幅）の関係が成立するように記録波形を決定する。

本発明の更に他のデータ記録方法は、パルス状のエネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデータ記録方法であって、記録すべきデータに基づいて記録符号列を生成するステップ（A）と、記録符号列に含まれる各符号の符号長に応じて、前記エネルギービームのパワー変調を規定する記録波形を決定するステップ（B）と、前記記録波形に基づいて前記エネルギービームのパワーを変調するステップ（C）とを含み、前記ステップ（B）は、前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス（ $P_w$ ）の数、および2つの記録パルス（ $P_w$ ）にはさまれたボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間の数が相互に等しい符号長 $m$ および符号長 $m+1$ の符号について、符号長 $m$ の記録マーク形成期間に含まれる任意の第 $K$ 番目のボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間を「符号長 $m$ のパルス幅」とし、符号長 $m+1$ の記録マーク形成期間に含まれる第 $K$ 番目のボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間を「符号長 $m+1$ のパルス幅」とした場合において、

（符号長 $m$ のパルス幅） $\leq$ （符号長 $m+1$ のパルス幅）の関係が成立するように記録波形を決定する。

本発明の他のデータ記録装置は、パルス状のエネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデータ

記録装置であって、前記エネルギービームのパワー変調を行なうレーザー駆動手段と、前記記録媒体に記録すべきデータを記録符号列に変換する符号化手段と、前期記録符号列に含まれる各符号の符号長  $x$  に応じて、前記エネルギービームのパワー変調を規定する記録波形を決定するマーク長分類手段とを備え、前記マーク長分類手段は、符号長  $n$  および符号長  $n+1$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス ( $P_w$ ) の数が1つに設定し、しかも、符号長  $n$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス ( $P_w$ ) の幅は、符号長  $n+1$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス ( $P_w$ ) の幅以下に設定し、符号長  $n+2$  および符号長  $n+3$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス ( $P_w$ ) の数が2つに設定され、しかも、符号長  $n+2$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる第1記録パルス ( $P_w$ ) の幅は、符号長  $n+3$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる第1記録パルス ( $P_w$ ) の幅以下であり、かつ、符号長  $n+2$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる第2記録パルス ( $P_w$ ) の幅は、符号長  $n+3$  に対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる第2記録パルス ( $P_w$ ) の幅以下に設定される。

本発明の更に他のデータ記録装置は、パルス状のエネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデ



ータ記録装置であって、前記エネルギービームのパワー変調を行なうレーザー駆動手段と、前記記録媒体に記録すべきデータを記録符号列に変換する符号化手段と、前期記録符号列に含まれる各符号の符号長  $x$  に応じて、前記エネルギービームのパワー変調を規定する記録波形を決定するマーク長分類手段とを備え、前記マーク長分類手段は、前記記録符号列の最短符号長が  $n$  ( $n$  は 1 以上の整数) である場合において、符号長  $x$  が  $n$ 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$  以上の少なくとも 4 つに区分し、前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス ( $P_w$ ) の数が等しい符号長  $m$  および符号長  $m+1$  の符号について、符号長  $m$  の記録マーク形成期間に含まれる任意の第  $K$  番目の記録パルスの期間を「符号長  $m$  の記録パルス幅」とし、符号長  $m+1$  の記録マーク形成期間に含まれる第  $K$  番目の記録パルスの期間を「符号長  $m+1$  の記録パルス幅」とした場合において、 $(\text{符号長 } m \text{ の記録パルス幅}) \leq (\text{符号長 } m+1 \text{ の記録パルス幅})$  の関係が成立するように記録波形を決定する。

本発明の更に他のデータ記録装置は、パルス状のエネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデータ記録装置であって、前記エネルギービームのパワー変調を行なうレーザー駆動手段と、前記記録媒体に記録すべきデータを記録符号列に変換する符号化手段と、前期記録符号列に含まれる各符号の符号長  $x$  に応じて、前記エネルギービームのパワー変調を規定する記録波形を決定するマーク長分類手段とを備え、前記マーク長分類

手段は、前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス（ $P_w$ ）の数、および2つの記録パルス（ $P_w$ ）には含まれたボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間の数が相互に等しい符号長 $m$ および符号長 $m+1$ の符号について、符号長 $m$ の記録マーク形成期間に含まれる任意の第 $K$ 番目のボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間を「符号長 $m$ のパルス幅」とし、符号長 $m+1$ の記録マーク形成期間に含まれる第 $K$ 番目のボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間を「符号長 $m+1$ のパルス幅」とした場合において、（符号長 $m$ のパルス幅） $\leq$ （符号長 $m+1$ のパルス幅）の関係が成立するように記録波形を決定する。

本発明の更に他のデータ記録方法は、パルス状のエネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデータ記録方法であって、記録すべきデータに基づいて記録符号列を生成するステップ（A）と、記録符号列に含まれる各符号の符号長に応じて、前記エネルギービームのパワー変調を規定する記録波形を決定するステップ（B）と、前記記録波形に基づいて前記エネルギービームのパワーを変調するステップ（C）とを含み、前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス（ $P_w$ ）の数が等しい符号長 $m$ および符号長 $m+1$ の符号について、符号長 $m$ の記録マーク形成期間に含まれる任意の第 $K$ 番目の記録パルスの期間を「符号長 $m$ の記録パルス幅」とし、符号長 $m+1$ の記録マーク形成期間に含まれる第 $K$ 番目の記録パルスの期間を「符号長 $m+1$

の記録パルス幅」とした場合において、（符号長 $m$ の記録パルス幅） $\leq$ （符号長 $m+1$ の記録パルス幅）の関係が成立するように記録波形を決定する。

本発明の更に他のデータ記録方法は、パルス状のエネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデータ記録方法であって、記録すべきデータに基づいて記録符号列を生成するステップ（A）と、記録符号列に含まれる各符号の符号長に応じて、前記エネルギービームのパワー変調を規定する記録波形を決定するステップ（B）と、前記記録波形に基づいて前記エネルギービームのパワーを変調するステップ（C）とを含み、前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス（ $P_w$ ）の数、および2つの記録パルス（ $P_w$ ）にはさまれたボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間の数が相互に等しい符号長 $m$ および符号長 $m+1$ の符号について、符号長 $m$ の記録マーク形成期間に含まれる任意の第 $K$ 番目のボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間を「符号長 $m$ のパルス幅」とし、符号長 $m+1$ の記録マーク形成期間に含まれる第 $K$ 番目のボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間を「符号長 $m+1$ のパルス幅」とした場合において、（符号長 $m$ のパルス幅） $\leq$ （符号長 $m+1$ のパルス幅）の関係が成立するように記録波形を決定する。

### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明によるデータ記録装置の全体構成を示す図である。

図 2 は、図 1 に示す記録処理系の構成を説明する図である。

図 3 (a) から (h) は、本発明および従来技術による記録処理  
5 系の動作を説明するための図である。

図 4 (a) から (j) は、本発明によるデータ記録装置の第 1 の  
実施形態で採用する記録波形を示す図である。

図 5 (a) から (i) は、従来技術のデータ記録装置（比較例）  
における記録処理系の記録波形を示す図である。

10 図 6 (a) から (j) は、本発明によるデータ記録装置の第 2 の  
実施形態で採用する記録波形を示す図である。

図 7 (a) から (j) は、本発明によるデータ記録装置の第 3 の  
実施形態で採用する記録波形を示す図である。

図 8 は、本発明による適応型マーク補償の例を説明する図である。

15 図 9 は、本発明による適応型マーク補償の例を説明する図である。

図 10 は、従来のデータ記録装置における記録処理系の構成を示  
す図である。

図 11 (a) から (j) は、本発明によるデータ記録装置の第 4  
の実施形態で採用する記録波形を示す図である。

20 図 12 (a) から (j) は、本発明によるデータ記録装置の第 5  
の実施形態で採用する記録波形を示す図である。

図 13 (a) および (b) は、4Tw 長マークを形成するための  
2 種類の記録波形を示し、図 13 (c) および (d) は、それぞれ、

形成されるマークの形状を模式的に示す図である。

### 発明を実施するための最良の形態

従来の光ディスク装置におけるライトストラテジーでは、前述の  
5 ように、マークの形状が終端部で広がらないようにするため、マルチパルス  
の数を増やすことが行なわれていた。

本発明者は、高いレートでデータを記録する場合には、マルチパ  
ルスの数を増やす代わりにパルス幅を増加させることにより、マー  
ク  
10 の形状を適切に保持できることを見出し、本発明を想到するにいたった。  
今後、データ転送レートが72Mbpsを超えて高いレベルになると、マルチパ  
ルスの数が多い従来のライトストラテジーでは、データ記録装置における光源  
として用いられる半導体レーザーの動作周波数を更に向上させることが必要  
になる。しかしながら、半導体レーザーの動作周波数を更に高めることは困  
難である。

15 これに対し、本発明の好ましい実施形態では、後述するように、  
符号長が2～4Twの比較的短いマークについては、1つのパルス  
でデータを記録するため、半導体レーザーの特性を更に高める必要が  
なくなる。また、形成されるマークの形状も適切なものであるため、読み  
取りエラーが増加することもない。

20 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

#### [実施形態1]

まず、本発明によるデータ記録装置の第1の実施形態を説明する。

本実施形態では、記録媒体として相変化型の光ディスクを用いるが、  
本発明で使用可能な記録媒体は、このような光ディスクに限定  
25 されない。例えば、磁気エネルギーや電子ビームなどの光以外のエ

エネルギーを注入することによって他の部分とは物理的性質の異なる「マーク」を局所的に形成することができる記録媒体であれば、本発明に好適に用いることが可能である。

5 本願発明では、データを記録媒体に記録するときに記録媒体に照射するエネルギー（記録エネルギー）のレベルを高い精度で制御するライストラテジーに特徴を有している。ここで、「記録エネルギーのレベル」とは、検出窓幅（マークおよびスペースのエッジ位置の変化単位）の1/2倍程度の期間にわたるレーザーの平均エネルギーレベルを意味するものとする。レーザー・ノイズの抑圧のため等の何らかの理由により、検出窓幅に相当する周期の周波数よりも十分に高い周波数成分が記録波形に重畳されているような場合には、その周波数成分の影響が無視できる程度以上の期間にわたる平均エネルギーレベルを意味している。

10 まず、図1を参照する。図1は、本発明によるデータ記録装置の好ましい実施形態の全体構成を示している。本実施形態の装置は、図1に示すように、光ピックアップ、記録処理系、および再生処理系とを備えている。

20 光ピックアップは、レーザー光123を放射するレーザー110と、レーザー光123を平行化するコリメート・レンズ109と、ハーフ・ミラー108と、レーザー光123を光ディスク117上に集光する対物レンズ116と、光ディスク117からの反射光を集光する検出レンズ106と、反射光を検出する光検出器100と、光検出器100の出力を増幅するプリアンプ101とを備えている。

25 本実施形態におけるレーザー110は、例えば波長405nmで発振する半導体レーザーであり、対物レンズ116のNAは0.85である。図1では、1種類のレーザー110と、これに対応す

る光学システムのみが示されているが、1つの光ピックアップが、異なる波長のレーザー光を出射する光源モジュールと、それに対応した光学システムとを備えていても良い。

図1に示す記録処理系は、記録データ127を記録符号列(NRZ I) 126に変換する符号器113と、記録符号列(NRZ I) 126に基づいてレベル発生信号125を生成する記録波形発生回路112と、レベル発生信号125に基づいてパルス発生信号130を生成するパルス移動回路115と、パルス発生信号130に基づいてレーザー駆動電流124を出力するレーザー駆動回路111とを備えている。符号器113および記録波形発生回路112には基準信号発生器119から基準時間信号128が入力される。本実施形態における基準時間信号128の周波数は72MHzであり、検出窓幅 $T_w = 7.58 \text{ ns}$ である。記録処理系は、更に、パワー設定器114と記録補償器118とを有している。

図1に示す再生処理系は、光ピックアップのプリアンプ101から出力された再生信号120を受け取り、波形等化処理を行なう波形等化器103と、再生信号を2値化再生信号121に変換する2値化器104と、2値化再生信号121を復号して再生データ122を生成する復号器105とを備えている。

次に、図1のデータ記録装置の動作を説明する。

記録処理系における符号器113は、光ディスク117上に記録すべき記録データ127を受け取り、この記録データ127を、光ディスク117上に形成されるマーク・スペースに対応する記録符号列(NRZ I) 126に変換する。記録波形発生回路112は、記録符号列126を受け取り、記録波形に対応したレベル発生信号125に変換する。符号器113および記録波形発生回路112は、

基準時間発生器 119 が発生する基準時間信号 128 に同期して動作する。

パルス移動回路 115 は、レベル発生信号 125 を受け取り、これをパルス発生信号 130 としてレーザー駆動回路 111 に送出する。このとき、パルス移動回路 115 は、記録補償器 118 における記録補償テーブル値に応じてレベル発生信号 125 のパルス状の波形を時間軸上で補償して、パルス発生信号 130 を形成する。

レーザー駆動回路 111 は、パルス発生信号 130 に基づいてレーザー駆動電流 124 を発生する。このレーザー駆動電流 124 は、レーザー 110 に注入され、レーザー 110 を駆動する。レーザー 110 は、所定の記録波形にしたがってレーザー光 123 を放射する。このようにしてレーザー光 123 のパワーレベルは、「記録波形」に従って変化することになる。

レーザー 110 から放出されたレーザー光 123 は、コリメート・レンズ 109、ハーフ・ミラー 108、および対物レンズ 116 を通って光ディスク 117 上に集光される。集光されたパルス状のレーザー光 123 は、高速で回転する光ディスク 117 上の相変化記録膜を局所的に加熱し、マークおよびスペースを光ディスク 117 のトラックに沿って形成する。このとき、短い間隔を置いてパルス状のレーザー光 123 が相変化記録膜を照射すると、相変化記録膜の熔融部分が連結して、ひとつの長いマークが形成される。前述したように、レーザー光 123 のパワーレベルは記録波形に依存するため、記録波形を適切に制御すると、複数のパルスによってひとつの長いマークを形成することができる。

光ディスク 117 に記録されたデータを再生する場合、相変化記録膜に形成されたマークを破壊（熔融）しない程度に低いパワーレ



ベルのレーザー光 1 2 3 で光ディスク 1 1 7 上のマーク列を走査する。光ディスク 1 1 7 からの反射光は、対物レンズ 1 1 6、ハーフ・ミラー 1 0 8 を通って、検出レンズ 1 0 6 に入射する。

光ディスク 1 1 7 で反射されたレーザー光は、検出レンズ 1 0 6 を通って光検出器 1 0 0 上に集光される。光検出器 1 0 0 は、受光面におけるレーザー光の光強度分布に応じて入射光を電気信号に変換する。この電気信号は、光検出器 1 0 0 に設けられたプリアンプ 1 0 1 によって増幅された後、光ディスク 1 1 7 上の走査位置におけるマークの有無に対応した再生信号 1 2 0 を生成する。

再生信号 1 2 0 は、波形等化器 1 0 3 によって波形等化处理を受け、さらに 2 値化器 1 0 4 において 2 値化再生信号 1 2 1 に変換される。復号器 1 0 5 は、この 2 値化再生信号 1 2 1 に対して符号器 1 1 3 の逆変換を施して再生データ 1 2 2 を生成する。

光ディスク 1 1 7 は、情報を記録できる記録面が単層の単層ディスクと情報を記録できる記録面が 2 層の 2 層ディスクのいずれであってもよい。また、相変化記録材料を用いた書き換え型の光ディスク媒体の他に、1 度だけ追記できるライトワンス型の光ディスク媒体のいずれでもよい。

符号化方式は (1, 7) 変調のほかに 1 7 P P 変調、8-1 6 変調でもかまわない。8-1 6 変調の場合は、最短の符号長は 3 T となるが、この場合、(1, 7) 変調を用いた本実施形態に符号長を 1 足した例としてよい。

次に、図 2 を参照しながら、図 1 に示す記録処理系の構成例を更に詳細に説明する。

記録データ 1 2 7 は、符号器 1 1 3 でマーク長、スペース長、およびそれらの先頭位置情報を示す記録符号列 1 2 6 に変換される。

記録符号列 1 2 6 は、マーク長分類器 2 0 1 と記録波形テーブル 2 0 2 に伝達される。マーク長分類器 2 0 1 では記録符号列 1 2 6 のマーク長を所定の規則にしたがって分類し、その結果をマーク長分類信号 2 0 4 として記録波形テーブル 2 0 2 に入力する。

5        カウンタ 2 0 0 は、記録符号列 1 2 6 を参照し、基準時間信号 1 2 8 を単位としてマーク先頭位置からの時間を計時し、カウント信号 2 0 5 を生成する。記録波形テーブル 2 0 2 は、記録符号列 1 2 6、マーク長分類信号 2 0 4、およびカウント信号 2 0 5 に基づいて、所定の記録波形を反映したレベル発生信号 1 2 5 をパルス移動回路 1 1 5 に送出する。

10        記録補償器 1 1 8 の記録補償テーブル値に応じてレベル発生信号 1 2 5 におけるパルス状の波形が時間軸上で補償され、パルス発生信号 1 3 0 としてレーザー駆動回路 1 1 1 に送出される。パルス発生信号 1 3 0 は、記録波形を規定するパワーレベルを示す P c 発生信号 2 0 6、P b 発生信号 2 0 7、P e 発生信号 2 0 8、および P w 発生信号 2 0 9 を含んでいる。レーザー駆動回路 1 1 1 は、パルス発生信号 1 3 0 に基づいてレーザー 1 1 0 を駆動する。

15        次に、図 3 ( a ) ~ ( h ) を参照しながら、本実施形態における記録符号列を説明する。なお、何らかの理由で前後の記録パターンや符号長等を参照して記録波形の一部の期間の長さまたはレベルを微調整（記録補償）する場合がある。以降の記録波形の説明では、このような記録補償を行なう場合、微調整前の記録波形を比較するものとする。したがって、以降の記録波形の説明においては、形成するマークの前後に十分長い距離にわたって記録パターンが同一である場合を示している。ここで、「十分長い距離」とは、検出窓幅程度の期間にわたる記録エネルギーの注入によって影響を受ける媒

体上の距離よりも十分に長い距離を意味する。

図3(a)は、記録動作の時間基準となる基準時間信号128を示している。「Tw」はクロックの1周期である。

5 図3(b)は、記録データを符号器113でNRZⅠ変換した結果の記録符号列126を示している。記録符号列126を示す信号波形は、“1”のレベルと“0”のレベルとの間で遷移している。検出窓幅はTwに等しく、記録符号列126におけるマーク長およびスペース長の変化量の最小単位である。

10 図3(c)は、光ディスク上に実際に記録されるマークとスペースの平面形状を模式的に示している。データ記録のために光ディスク上に形成するレーザー光のビームスポットは、そのパワーレベルを変化させながら、図3(c)を左から右へ移動し、図3(c)に示すマークの列を形成する。図3(c)に示すマーク301は、記録符号列126中の“1”のレベルに対応して形成される。マーク  
15 301の長さは、記録符号列126のレベルが“1”である期間に比例している。

図3(d)は、カウント信号205を示している。マーク301およびスペース302の先頭からの時間がTw単位で計時される。

20 図3(e)は、比較のための図であり、従来の装置におけるマーク長分類信号307を示している。この従来の装置では、マーク長を奇数倍長と偶数倍長の場合に分類している。

図3(f)は、図3(b)の記録符号列126に対応した従来の装置における記録波形303を示している。記録波形303は、カウント信号205、記録符号列126、およびマーク長分類信号3  
25 07を参照して生成される。

図3(g)は、本実施形態におけるマーク長分類信号204を示

しいる。本実施形態では、マーク長を最も短い符号長（ $2T$ ）、2番目に短い符号長（ $3T$ ）、3番目に短い符号長（ $4T$ ）、4番目以降の符号長に分離し、4番目移行の符号長については奇数倍の符号長および偶数倍の符号長に分類する。

5 図3（h）は、図3（b）の記録符号列126に対応した本実施形態における記録波形304を示している。この記録波形304は、カウント信号205、記録符号列126、およびマーク長分類信号204を参照して生成される。この記録波形304における最短冷却時間は、 $1Tw$ 程度である。

10 以下、図2および図4（a）から（j）を参照しながら、本発明によるマーク形成のための信号波形を詳細に説明する。図4（a）から（j）は、それぞれ、記録波形400～407を示している。

なお、本実施形態では、符号器113（図2）における符号化方式が（1，7）符号変調後にNRZⅠ変調を行なうものであるため、  
15 マーク長、スペース長は必ず $2Tw$ 以上 $8Tw$ 以下となる。但し、同期信号として $9Tw$ などの信号を意図的に挿入する場合にも適応可能である。しかし、このことは符号器113の符号化規則に限定を加えるものではなく、任意の符号化規則（例えば8-16変調等）を有する符号器113に本発明は適用可能である。

20 本実施形態におけるマーク長分類器201は、まず、形成すべきマークの符号長 $n$ を、 $2T$ 、 $3T$ 、 $4T$ 、または $5T$ 以上の4つに区別する。そして、符号長 $n$ が $5T$ 以上の場合は、 $(n-1)$ に対して除数2による除算（剰余の演算）を行い、商を求める。マーク長分類器201は、この商をマーク長分類信号として出力する。例  
25 えば符号長 $n$ が5であれば、 $(5-1)=4$ の除数2による商は2となる。また、符号長 $n$ が6であれば、 $(6-1)=5$ の除数2の

商も2となる。故に、 $5T_w$ 長および $6T_w$ 長のマークについては、いずれも同一のマーク長分類信号が出力される。

このようなマーク長分類信号によれば、記録符号列のマーク／スペースを検出窓幅 $T_w$ の偶数倍長の場合と奇数倍長の場合とを識別することができる。本実施形態では、簡単のために除数を2に設定しているが、3以上の他の除数を用いても差し支えない。また、本実施形態のマーク長分類器201は、剰余の演算に基づいて動作しているが、本発明はこれに限定されない。

次に、図4(a)から(j)を参照する。

図4(a)は、基準時間信号128の波形を示しており、図4(b)は、カウンタ200によって発生されるカウント信号205を示している。マーク先頭からの時間が検出窓幅 $T_w$ 単位で計時される。カウント信号が0に移行するタイミングはマークもしくはスペースの先頭に対応する。図4(そ)から(j)は、 $2T_w$ 長から $9T_w$ 長のマークを形成する場合の信号波形を示している。

なお、本明細書における「マーク形成期間」とは、図4(j)に示すように、先頭パルスの立ち上がり位置から最終パルスの立ち下り位置の間の期間と定義される。

$2T_w$ 長マーク形成時のマーク形成期間における記録波形は、図4(c)に示すように、長さ $0.5T_w$ 以上 $1T_w$ 以下、レベル $P_w$ のパルスから構成される。

$3T_w$ 長マーク形成時のマーク形成期間における記録波形は、図4(d)に示すように、長さ $1T_w$ 以上、 $2T_w$ 未満、レベル $P_w$ のパルスから構成される。但し、マーク形成期間は、 $2T_w$ 長のそれに対し $0.5T_w$ 以上長いこととする。

$4T_w$ 長マーク形成時のマーク形成期間における記録波形は、図

4 (e) に示すように、1.  $5 T_w$ 以上2.  $5 T_w$ 未満、レベル  $P_w$  のパルスから構成される。但し、マーク形成期間は、 $3 T_w$  長のそれに対し0.  $5 T_w$ 以上長いこととする。

DVDプレーヤやレコーダなどの従来のデータ記録装置では、  
5  $T_w$  長のマークは、図13 (a) に示すように、1つのマーク形成  
期間に2つの記録パルス ( $P_w$ ) を含む記録波形に従って形成され  
る。記録パルスの波長は、DVDでは、 $650 \text{ nm}$  程度である。こ  
のような装置においては、図13 (b) に示すような1つの記録パ  
ルス ( $P_w$ ) で  $4 T_w$  長マークを形成しようとする、図13  
10 (c) に示すように、マークの幅が終端部で拡大するという問題が  
生じる。しかしながら、本実施形態では、図13 (b) に示すよう  
な1つの記録パルスでも、図13 (d) に示すように、適切な形状  
のマークを再現性良く形成できる。

なお、次世代の光ディスクとして、Blue-ray Disc  
15 (BD) が開発されている。BDでは、記録/再生に用いるレーザ  
ー光の波長が  $400 \text{ nm}$  程度である。また、BDにおける記録層の  
材料および組成もDVDにおける記録層の材料および組成も異なる。  
その他、BDとDVDとの間には、物理的な構成に異なる点が多く  
存在している。BDでは、記録パルスの幅や間隔をDVDに比べて  
20 狭くする必要があるため、データ転送レートが高くなると、特に図  
13 (a) に示す波形の記録パルスを用いても、 $4 T_w$  長マークの  
形状が歪むおそれがある。これに対して、図13 (b) に示す1つ  
の記録パルスで  $4 T_w$  長マークを形成する場合は、BDでも好まし  
い形状のマークを得ることができる。

25  $5 T_w$  長マーク形成時のマーク形成期間における記録波形は、図  
4 (f) に示すように、長さ  $1 T T_w$ 、レベル  $P_w$  のパルスに引き

続き、長さ  $1 T_w$ 、レベル  $P_e$  の期間、長さ  $1 T_w$ 、レベル  $P_w$  の期間が続く。

$6 T_w$  長マーク形成時のマーク形成期間における記録波形は、図 4 (g) に示すように長さ  $1 T T_w$ 、レベル  $P_w$  のパルスに引き続き、長さ  $2 T_w$ 、レベル  $P_e$  の期間、長さ  $1 T_w$ 、レベル  $P_w$  の期間が続く。

$7 T_w$  長マークおよび  $9 T_w$  長マーク（符号長が  $5 T_w$  以上で、かつ検出窓幅  $T_w$  の奇数長マーク）形成時のマーク形成期間における記録波形は、図 4 (h) および (j) に示すように、それぞれ、マーク長  $2 T_w$  あたり長さ  $1 T_w$ 、レベル  $P_e$  の期間、長さ  $1 T_w$ 、レベル  $P_w$  の期間がマーク形成部の中間に図のように付加される。

$8 T_w$  長マーク形成時（符号長が  $5 T_w$  以上で、かつ検出窓幅  $T_w$  の偶数倍長マーク）のマーク形成期間における記録波形は、図 4 (i) に示すように、マーク長  $2 T_w$  あたり長さ  $1 T_w$ 、レベル  $P_e$  の期間、長さ  $1 T_w$ 、レベル  $P_w$  の期間がマーク形成部の中間に図のように付加される。このように、の場合には、

なお、マーク非形成期間における信号波形は、スペース長によらず、次のマーク形成期間まで  $P_e$  レベルが維持される。本実施形態では、マーク形成期間 305 における最短の  $P_e$  レベル（最短冷却期間）を  $1 T_w$  に設定している。

以上のようなライトストラテジーを採用する本実施形態によれば、半導体レーザー素子の光出力の立上がり速度／立下り速度の影響を受けることなく、適切なマークを再現性良く形成できるという効果が得られる。例えばデータ転送レートが  $72 \text{ Mbps}$  の場合、 $T_w$  は  $7.6 \text{ ns}$  となる。このとき、 $0.5 T_w = 3.8 \text{ ns}$  であるため、半導体レーザー素子の光出力の立上がりおよび立下り速度が 2

$n$  s 程度であると、ピークパワーおよびボトムパワーのレベルに達することができず、所望のマーク形状を形成できなくなる。これに対し、本実施形態のラストストラテジーを採用すれば、半導体レーザー素子の光出力の立上がりおよび立下り速度を今のレベル以上に高めなくとも、記録波形に忠実なレーザーパワーの変調が実現できる。

また、本実施形態では、記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス ( $P_w$ ) の数が等しい符号長  $m$  および符号長  $m+1$  の符号について、符号長  $m$  の記録マーク形成期間に含まれる任意の第  $K$  番目の記録パルスの期間を「符号長  $m$  の記録パルス幅」とし、符号長  $m+1$  の記録マーク形成期間に含まれる第  $K$  番目の記録パルスの期間を「符号長  $m+1$  の記録パルス幅」とした場合において、  
(符号長  $m$  の記録パルス幅)  $\leq$  (符号長  $m+1$  の記録パルス幅) の関係が成立するように記録波形を決定している。

これにより、マーク形状を適切なものにしやすいという効果が得られる。

更に、本実施形態では、各符号長  $x$  が  $n+3$  以上の符号に対応する記録マーク形成期間における記録波形の消去パワーレベル ( $P_e$ ) の期間は、 $1 T_w$  以上に設定している。これにより、半導体レーザー素子の光出力の立上がりおよび立下り速度が  $2 n$  s 程度であっても、所望の記録パワーでレーザーの変調を行なえるため、再現性良くマークを形成できるという効果が得られる。

#### [実施形態 2]

次に、図 6 を参照しながら、本発明によるデータ記録方法の第 2 の実施形態を説明する。

本実施形態のデータ記録方法は、実施形態 1 におけるデータ記録



装置における動作プログラムを変更するだけで実行できる。このため、本実施形態に係るデータ記録装置の構成は、図 1 および図 2 に示す構成と実質的に同一の構成を有しており、その詳細な説明は繰り返さない。

図 6 (a) から (j) を参照しながら、本実施形態における記録波形 600~607 を示す。

図 6 (a) から (j) を図 4 (a) から (j) と比較することにより、明らかなように、本実施形態で採用する信号波形 600~607 は、図 4 の信号波形 400~407 と類似している。特に、図 6 (c) から (e) に示されるように、信号波形 600~602 は、信号波形 400~402 と同一である。実施形態 1 と実施形態 2 との相違点は、符号長  $n$  が  $5T_w$  以上における信号波形に形態にある。

図 6 (f) を参照する。  $5T_w$  長マーク形成時の記録波形は、  $1T_w$ 、レベル  $P_w$  のパルスに引き続き、長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_b$  の期間、および、長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_w$  の期間が続く。ここで注意すべき点は、2つのパルスに挟まれた期間におけるレベル  $P_b$  がレベル  $P_e$  よりも低いことである。

$6T_w$  長マーク形成時の記録波形は、図 6 (g) に示すように、マーク形成期間 305 は長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_w$  のパルスに引き続き、長さ  $2T_w$ 、レベル  $P_b$  の期間、長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_w$  の期間が続く。

符号長が  $5T_w$  以上で、かつ検出窓幅  $T_w$  の奇数倍長マークの場合における記録波形は、図 6 (h) および (j) に示すように、マーク長  $2T_w$  あたり長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_b$  の期間、長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_w$  の期間がマーク形成部の中間に図のように付加される。

符号長が  $5T_w$  以上で、かつ検出窓幅  $T_w$  の偶数倍長マークの場合

合には、図6 (i) に示すように、マーク長  $2T_w$  あたり長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_b$  の期間、長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_w$  の期間がマーク形成部の中間に図のように付加される。

本実施形態によれば、記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス ( $P_w$ ) の数、および2つの記録パルス ( $P_w$ ) には含まれたボトムパワーレベル ( $P_b$ ) の期間の数が相互に等しい符号長  $m$  および符号長  $m+1$  の符号について ( $m$  は1以上の整数)、符号長  $m$  の記録マーク形成期間に含まれる任意の第  $K$  番目のボトムパワーレベル ( $P_b$ ) の期間を「符号長  $m$  のパルス幅」とし、符号長  $m+1$  の記録マーク形成期間に含まれる第  $K$  番目のボトムパワーレベル ( $P_b$ ) の期間を「符号長  $m+1$  のパルス幅」とした場合において、(符号長  $m$  のパルス幅)  $\leq$  (符号長  $m+1$  のパルス幅) の関係が成立するように記録波形を決定している。符号長が短いほど、マークの終端部には熱の蓄積が生じやすいが、(符号長  $m$  のパルス幅)  $\leq$  (符号長  $m+1$  のパルス幅) の関係により、熱の蓄積を緩和し、マークの形状を整えられるという効果が得られる。

更に、本実施形態では、各記録マーク形成期間における記録波形のボトムパワーレベル ( $P_b$ ) の期間を  $1T_w$  以上に設定している。これにより、半導体レーザー素子の光出力の立上がりおよび立下り速度が  $2\text{ ns}$  程度であっても、所望の記録パワーでレーザーの変調を行なえるため、再現性良くマークを形成できるという効果が得られる。

[実施形態3]

次に、図 7 を参照しながら、本発明によるデータ記録方法の第 3 の実施形態を説明する。

本実施形態のデータ記録方法は、実施形態 1 におけるデータ記録装置における動作プログラムを変更するだけで実行できる。このため、本実施形態に係るデータ記録装置の構成は、図 1 および図 2 に示す構成と実質的に同一の構成を有しており、その詳細な説明は繰り返さない。

図 7 (a) から (j) を参照しながら、本実施形態における記録波形 700 ~ 707 を示す。

図 7 (a) から (j) を図 6 (a) から (j) と比較して明らかに、本実施形態で採用する信号波形 700 ~ 707 は、図 6 の信号波形 600 ~ 607 と類似している。実施形態 2 と実施形態 3 との相違点は、マーク非形成期間の先頭に長さ  $1 T_w$  以上  $1.5 T_w$  以下、レベル  $P_c$  の期間を置き、その後、次のマーク形成期間まで  $P_e$  レベルを維持する点にある。本実施形態では、このレベル  $P_c$  とレベル  $P_b$  とを別々のパワーレベルに設定しているが、レベル  $P_c$  とレベル  $P_b$  とが等しく設定されていても良い。

#### 〔実施形態 4〕

次に、図 11 を参照しながら、本発明によるデータ記録方法の第 4 の実施形態を説明する。

本実施形態のデータ記録方法は、実施形態 1 におけるデータ記録装置における動作プログラムを変更するだけで実行できる。このため、本実施形態に係るデータ記録装置の構成は、図 1 および図 2 に示す構成と実質的に同一の構成を有しており、その詳細な説明は繰り返さない。

図 11 (a) から (j) を参照しながら、本実施形態における記

録波形 1100~1107を示す。

図 11 (c) から (j) を図 4 (c) から (j) と比較して明らかなように、本実施形態で採用する信号波形 1100、1101、1103~1107は、図 4 の信号波形 400、401、403~407と同一である。本実施形態で特徴的な点は、図 11 (e) に示すように、 $4T_w$  長マーク形成時における記録波形において、長さ  $0.5T_w$ 、レベル  $P_w$  のパルスに引き続き、長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_e$  の期間、長さ  $0.5T_w$ 、レベル  $P_w$  の期間が続く点にある。その後、次のマーク形成期間まで  $P_e$  レベルが維持される。

図 11 (b1) はカウンタ 200 によって発生されるカウント信号 205 であり、マーク先頭からの時間を検出窓幅  $T_w$  単位で計時する。カウント信号が 0 に移行するタイミングはマークもしくはスペースの先頭に対応する。

図 11 (b2) はカウンタ 200 によって発生されるサブカウント信号 210 であり、基準信号に対して位相が  $180^\circ$  となっている。カウント信号が 0 に移行するタイミングはマークもしくはスペースの先頭から  $180^\circ$  位相が遅延している。

図 11 (e) に示すように、 $P_w$  のパルス幅は  $0.5T_w$  であるが、 $0.5T_w$  以上の幅であればよい。ここで、各パルスの始端・終端のどちらかはあるい両方はサブカウント信号と同期している。

本実施形態では、 $4T_w$  長の信号波形 1102 における第 1 のパルスの立下り部分と第 2 パルスの立ち上がり部分は、サブカウント信号 210 と同期している。

#### [実施形態 5]

次に、図 12 を参照しながら、本発明によるデータ記録方法の第 5 の実施形態を説明する。

本実施形態のデータ記録方法は、実施形態 1 におけるデータ記録装置における動作プログラムを変更するだけで実行できる。このため、本実施形態に係るデータ記録装置の構成は、図 1 および図 2 に示す構成と実質的に同一の構成を有しており、その詳細な説明は繰り返さない。

図 1 2 (a) から (j) を参照しながら、本実施形態における記録波形 1 2 0 0 ~ 1 2 0 7 を示す。

図 1 2 (a) は、基準時間信号 1 2 8 の波形を示している。図 1 2 (b 1) はカウンタ 2 0 0 によって発生されるカウント信号 2 0 5 であり、マーク先頭からの時間を検出窓幅  $T_w$  単位で計時する。カウント信号が 0 に移行するタイミングはマークもしくはスペースの先頭に対応する。図 1 2 (b 2) はカウンタ 2 0 0 によって発生されるサブカウント信号 2 1 0 であり、基準信号に対して位相が  $180^\circ$  となっている。カウント信号が 0 に移行するタイミングはマークもしくはスペースの先頭から  $180^\circ$  位相が遅延している。

$2 T_w$  長マーク形成時の記録波形は、図 1 2 (c) に示すように長さ  $1 T_w$ 、レベル  $P_w$  のパルスから構成される。マーク非形成期間は先頭に長さ  $1 T_w$ 、レベル  $P_c$  の期間を置き、その後次のマーク形成期間まで  $P_e$  レベルを維持する。

$3 T_w$  長マーク形成時の記録波形は、図 1 2 (d) に示すように、長さ  $2 T_w$ 、レベル  $P_w$  のパルスから構成される。マーク非形成期間は先頭に長さ  $1 T_w$ 、レベル  $P_c$  の期間を置き、その後次のマーク形成期間まで  $P_e$  レベルを維持する。但し、マーク形成期間は、 $2 T_w$  長のそれに対し  $0.5 T_w$  以上長いこととする。

$4 T_w$  長マーク形成時の記録波形は、図 1 2 (e) に示すように、長さ  $1 T_w$ 、レベル  $P_w$  のパルスに引き続き、長さ  $1 T_w$ 、レベル

P<sub>b</sub>の期間、長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>w</sub>の期間が続く。マーク非形成期間は先頭に長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>c</sub>の期間を置き、その後次のマーク形成期間までP<sub>e</sub>レベルを維持する。

検出窓幅T<sub>w</sub>の偶数倍長マークの場合は、図12 (g)、(i) に示すように、マーク長2 T<sub>w</sub>あたり長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>b</sub>の期間、長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>w</sub>の期間がマーク形成部の中間に図のように付加される。マーク非形成期間は先頭に長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>c</sub>の期間を置き、その後次のマーク形成期間までP<sub>e</sub>レベルを維持する。

5 T<sub>w</sub>長マーク形成時の記録波形は、図12 (f) に示すように、長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>w</sub>のパルスに引き続き、長さ2 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>b</sub>の期間、長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>w</sub>の期間が続く。マーク非形成期間は先頭に長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>c</sub>の期間を置き、その後次のマーク形成期間までP<sub>e</sub>レベルを維持する。

7 T<sub>w</sub>長マーク形成時の記録波形は、図12 (h) に示すように、長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>w</sub>のパルスに引き続き、長さ1.5 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>b</sub>の期間、長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>w</sub>の期間、長さ1.5 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>b</sub>の期間が続く。マーク非形成期間は先頭に長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>c</sub>の期間を置き、その後次のマーク形成期間までP<sub>e</sub>レベルを維持する。

ここで、中間パルスの始端・終端のどちらか、あるいは両方はサブカウント信号と同期している。図では第2のパルスの立ち上がり部分と立ち下り部分は、サブカウント信号と同期している。

以降、図12 (j) に図示する通り、検出窓幅T<sub>w</sub>の奇数倍長マークの場合には、マーク長2 T<sub>w</sub>あたり長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>b</sub>の期間、長さ1 T<sub>w</sub>、レベルP<sub>w</sub>の期間がマーク形成部の中間に図の

ように付加される。マーク非形成期間は先頭に長さ $1 T_w$ 、レベル $P_c$ の期間を置き、その後次のマーク形成期間まで $P_e$ レベルを維持する。

本実施形態のいくつかにおいて、 $P_e$ レベルと $P_b$ 、 $P_c$ レベルを同じパワーレベルであることとしたが、 $P_e$ レベルと $P_b$ 、 $P_c$ レベルを異ならせても構わない。

次に適応型マーク補償の例について図面を参照しながら説明する。高密度光記録では、記録条件に応じてマークエッジが移動する記録干渉が発生する。これによる記録信号の劣化を防ぐため、適法型マーク補償を行うことが可能である。

適応型マーク補償とは図8に示すように $2 T$ マーク( $2 T_m$ )、 $3 T$ マーク( $3 T_m$ )、 $4 T$ マーク( $4 T_m$ )、 $5 T$ 以上のマーク( $\geq 5 T_m$ )ごとにレーザーの照射開始位置やパルス幅を変化させる補償動作のことである。

図8は、記録パワーが2値の場合の適応型マーク補償の一例を示す。記録マークの符号長に応じて、上記のパラメータのうちマーク始端位置は、 $d T_{top}$ と $T_{top}$ をシフトさせることで、記録マーク終端位置は、 $T_{lp}$ あるいは $d T_{lp}$ をシフトさせることによりマークの始端と終端のエッジシフトを抑え良好な信号品質を得ることができる。

図9は、記録パワーが4値の場合の適応型マーク補償の一例を示す。記録マークの符号長に応じて、上記のパラメータのうちマーク始端位置は、 $d T_{top}$ と $T_{top}$ をシフトさせることで、記録マーク終端位置は、 $d T_e$ をシフトさせることによりマークの始端と終端のエッジシフトを抑え良好な信号品質を得ることができる。ここで記録パワーを4値としたが $P_b = P_c$ として3値とした場合も

同じマーク補償を適用できる。

なお記録補償によって動かせるシフト量は、ディレイライン等を使って、基準時間信号から微小なシフト量、例えば  $T_w/16$  を単位に動かすことが可能である。

- 5        また、記録補償を行うとき、基本波形に応じてカウント信号に同期した位置から補償を開始する場合と、サブカウント信号に同期した位置から補償を開始してもよい。

10        ここで、基本波形において、各パルス幅、およびマーク形成区間におけるボトムパワーレベルの幅およびクーリングパワーレベルの幅は  $1T$  以上であることとしたが、前記記録補償を行った後に各マーク長の各パルス幅は少なくとも  $0.5T_w$  以上が望ましい。この場合レーザーの応答速度の影響を受けにくく、記録条件を緩和することが可能である。

〔比較例〕

- 15        次に、図5(a)～(i)および図10を参照しながら、比較例の装置における記録波形500～506のパターンを説明する。

図10を参照する。図10は、この装置における記録処理系の構成を示す図である。

- 20        図10中の符号器1013は、記録データ1027を受け取り、記録符号列1026に変換する。マーク長分類器1001は、記録符号列1025に基づいて、符号長  $n$  に対する除数2による除算（剰余の演算）を行なう。このマーク長分類信号1001は、記録符号列のマーク／スペースを検出窓幅  $T_w$  の偶数倍長の場合と奇数倍長の場合で識別する。

- 25        カウンタ1000は、マーク先頭からの時間を検出窓幅  $T_w$  単位で計時し、カウント信号1005を発生する。図5(b)は、カウ



ント信号1005を示している。カウント信号1005が0に移行するタイミングは、マークまたはスペースの先頭に対応する。

カウンタ1000および符号器1013には基準時間信号1028が入力される。カウント信号1005は、記録波形テーブル1002に入力される。記録波形テーブル1002は、レベル発生信号1025をレーザー駆動回路1011に送出し、レーザー駆動回路1011はレーザー駆動電流1024を出力する。

図5(c)は、 $2T_w$ 長マーク形成時の記録波形を示している。マーク形成期間305は、長さ $1T_w$ 、レベル $P_{w1}$ のパルスから構成される。マーク非形成期間は先頭に長さ $1T_w$ 、レベル $P_b$ の期間を置き、その後、次のマーク形成期間まで $P_a$ レベルを維持する。

図5(d)は、 $3T_w$ 長マーク形成時の記録波形を示している。マーク形成期間305は、図5(c)と同じ長さ $1T_w$ 、レベル $P_{w1}$ のパルスに引き続き、長さ $1T_w$ 、レベル $P_{w2}$ の期間が続く。マーク非形成期間は、図5(c)に示す記録波形と同様に、先頭に長さ $1T_w$ 、レベル $P_b$ の期間を置き、その後、次のマーク形成期間まで $P_a$ レベルを維持する。マーク非形成期間の波形については、以降の図5(e)～(f)に示す波形でも同様である。すなわち、マーク非形成期間はスペース長によらず、先頭に長さ $1T_w$ レベル $P_b$ の期間を置き、その後次のマーク形成期間まで $P_a$ レベルを維持する。このようにマーク形成期間305における最短冷却期間は $1T_w$ となっている。

図5(e)は、 $4T_w$ 長マーク形成時の記録波形を示している。マーク形成期間305は、図5(c)と同じ長さ $1T_w$ 、レベル $P_{w1}$ のパルスに引き続き、長さ $1T_w$ 、レベル $P_a$ の期間、長さ1

$T_w$ 、レベル  $P_{w3}$  の期間が続く。

図5 (f) および (h) は、それぞれ、 $5T_w$  マーク長および  $7T_w$  マーク長形成時の記録波形を示している。このように検出窓幅  $T_w$  の奇数倍長マークの場合には、マーク長  $2T_w$  あたり長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_a$  の期間、長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_{w3}$  の期間がマーク形成部の後端に付加される。マーク非形成期間は、スペース長によらず、先頭に長さ  $1T_w$  レベル  $P_b$  の期間を置き、その後次のマーク形成期間まで  $P_a$  レベルを維持する。

図5 (g) および (i) は、それぞれ、 $6T_w$  マーク長および  $8T_w$  マーク長形成時の記録波形を示している。このように検出窓幅  $T_w$  の偶数倍長マークの場合には、マーク長  $2T_w$  あたり長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_a$  の期間、長さ  $1T_w$ 、レベル  $P_{w3}$  の期間がマーク形成部の後端に付加される。

比較例では、本発明の実施形態に比べて記録パルス例の記録パワーがステップ状に変動しているため、複雑なパワー制御が必要になる。また、符号長  $4T_w$  のマークを記録する場合、少なくとも  $3T_w$  長の間、平均パワーレベルよりも高いパワーレベルで半導体レーザー素子を発光させる必要がある。光ディスクの記録密度が上昇し、微小なマークを形成することが求められる場合、比較例では、照射時間が長くなりすぎるため、所望のマーク形状が得られないという欠点がある。

### 産業上の利用可能性

本発明によれば、記録媒体にエネルギーを注入して未記録部とは物理的性質の異なるマークを形成し、それによってデータを記録するデータ記録装置において、高速で精度良くマークを形成すること

が可能となる。これにより、記録方式として高記録線密度化に有利なマークエッジ記録方式を用いることが可能となる。

以上により記録／再生動作の高速化、高信頼化が図られ、同時に情報記録装置および記録媒体の小型化が実現されるので、コストの

5

点で有利となる。

## 請 求 の 範 囲

1. パルス状のエネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置情報として前記記録媒体に記録するデータ記録方法であって、

記録すべきデータに基づいて記録符号列を生成するステップ  
(A) と、

記録符号列に含まれる各符号の符号長に応じて、前記エネルギービームのパワー変調を規定する記録波形を決定するステップ (B) と、

前記記録波形に基づいて前記エネルギービームのパワーを変調するステップ (C) と、  
を含み、

前記ステップ (B) は、前記記録符号列の最短符号長が  $n$  ( $n$  は 1 以上の整数) である場合において、符号長  $x$  が  $n$ 、 $n+1$ 、または  $n+2$  の符号に対応する記録マーク形成期間に対しては、記録パルスが 1 個である記録波形を割り当て、符号長  $x$  が  $n+3$  以上の符号に対応する記録マーク形成期間に対しては、記録パルス ( $Pw$ ) が複数個である記録波形を割り当てる、データ記録方法。

2. 前記ステップ (B) は、前記記録符号列の最短符号長が  $n$  ( $n$  は 1 以上の整数) である場合において、符号長  $x$  が  $n$ 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$  以上の少なくとも 4 つに区分し、

前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス  
( $P_w$ ) の数が等しい符号長  $m$  および符号長  $m+1$  の符号について、

符号長  $m$  の記録マーク形成期間に含まれる任意の第  $K$  番目の記録  
パルスの期間を「符号長  $m$  の記録パルス幅」とし、符号長  $m+1$  の  
5 記録マーク形成期間に含まれる第  $K$  番目の記録パルスの期間を「符  
号長  $m+1$  の記録パルス幅」とした場合において、

(符号長  $m$  の記録パルス幅)  $\leq$  (符号長  $m+1$  の記録パルス幅)  
の関係が成立するように記録波形を決定する請求項 1 に記載のデー  
タ記録方法。

10

3. 前記ステップ (B) は、

前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス  
( $P_w$ ) の数、および 2 つの記録パルス ( $P_w$ ) にはさまれたボト  
ムパワーレベル ( $P_b$ ) の期間の数が相互に等しい符号長  $m$  および  
15 符号長  $m+1$  の符号について、

符号長  $m$  の記録マーク形成期間に含まれる任意の第  $K$  番目のボト  
ムパワーレベル ( $P_b$ ) の期間を「符号長  $m$  のパルス幅」とし、符  
号長  $m+1$  の記録マーク形成期間に含まれる第  $K$  番目のボトムパワ  
ーレベル ( $P_b$ ) の期間を「符号長  $m+1$  のパルス幅」とした場合  
20 において、

(符号長  $m$  のパルス幅)  $\leq$  (符号長  $m+1$  のパルス幅)  
の関係が成立するように記録波形を決定するデータ記録方法。

4. 符号長  $x$  が  $n + 3$  以上の符号に対応する記録マーク形成期間における記録波形は、 $(x - 1)$  を 2 で割った商に等しい記録パルスを含む請求項 1 に記載のデータ記録方法。

5 5. 各符号長  $x$  が  $n + 3$  以上の符号に対応する記録マーク形成期間における記録波形の消去パワーレベル ( $P_e$ ) の期間は、 $1 T_w$  以上に設定される請求項 1 に記載のデータ記録方法。

10 6. 各記録マーク形成期間における記録波形のボトムパワーレベル ( $P_b$ ) の期間は  $1 T_w$  以上に設定される請求項 1 から 5 のいずれかに記載のデータ記録方法。

15 7. 各記録マーク形成期間における記録波形の冷却パワーレベル ( $P_c$ ) の期間は  $1 T_w$  以上に設定される請求項 1 から 6 のいずれかに記載のデータ記録方法。

20 8. 符号長  $x$  に応じて、対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる先頭パルスの開始位置および冷却パルスの終端位置のシフトを行なう請求項 1 から 7 のいずれかに記載のデータ記録方法。

9. 前記シフトは、符号長  $x$  が  $n$ 、 $n + 1$ 、 $n + 2$ 、 $n + 3$  以上の少なくとも 4 つの区分けに応じて異なる大きさに設定される請

求項 8 に記載のデータ記録方法。

10. パルス状のエネルギービームで記録媒体を照射することにより、データを複数の長さのマークおよびスペースのエッジ位置  
5 情報として前記記録媒体に記録するデータ記録装置であって、

前記エネルギービームのパワー変調を行なうレーザー駆動手段と、  
前記記録媒体に記録すべきデータを記録符号列に変換する符号化  
手段と、

前期記録符号列に含まれる各符号の符号長  $x$  に応じて、前記エネ  
10 ルギービームのパワー変調を規定する記録波形を決定するマーク長  
分類手段と、

を備え、前記マーク長分類手段は、

前記記録符号列の最短符号長が  $n$  ( $n$  は 1 以上の整数) である場  
合において、符号長  $x$  が  $n$ 、 $n+1$ 、または  $n+2$  の符号に対応す  
15 る記録マーク形成期間に対しては、記録パルス ( $P_w$ ) が 1 個であ  
る記録波形を割り当て、符号長  $x$  が  $n+3$  以上の符号にに対応する  
記録マーク形成期間に対しては、記録パルス ( $P_w$ ) が複数個であ  
る記録波形を割り当てる、データ記録装置。

20 11. 前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記  
録パルス ( $P_w$ ) の数、および 2 つの記録パルス ( $P_w$ ) の間には  
さまれたボトムパワーレベル ( $P_b$ ) の期間の数が等しい符号長  $m$   
および符号長  $m+1$  の符号について、

符号長 $m$ の記録マーク形成期間に含まれる任意の第 $K$ 番目のボトムパワーレベルの期間を「符号長 $m$ のパルス幅」とし、符号長 $m+1$ の記録マーク形成期間に含まれる第 $K$ 番目のボトムパワーレベルの期間を「符号長 $m+1$ のパルス幅」とした場合において、

5           (符号長 $m$ のパルス幅)  $\leq$  (符号長 $m+1$ のパルス幅)

の関係が成立するように記録波形を決定する請求項 10 に記載のデータ記録装置。

10           1 2.   前記記録符号列の最短符号長が $n$  ( $n$ は1以上の整数)である場合において、符号長 $x$ が $n$ 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$ 以上の少なくとも4つに区分し、

前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス( $P_w$ )の数が等しい符号長 $m$ および符号長 $m+1$ の符号について、

15           符号長 $m$ の記録マーク形成期間に含まれる任意の第 $K$ 番目の記録パルスの期間を「符号長 $m$ の記録パルス幅」とし、符号長 $m+1$ の記録マーク形成期間に含まれる第 $K$ 番目の記録パルスの期間を「符号長 $m+1$ の記録パルス幅」とした場合において、

20           (符号長 $m$ の記録パルス幅)  $\leq$  (符号長 $m+1$ の記録パルス幅)の関係が成立するように記録波形を決定する請求項 11 に記載のデータ記録装置。

1 3.   前記記録マーク形成期間における記録波形に含まれる記録パルス( $P_w$ )の数、および2つの記録パルス( $P_w$ )にはさま



れたボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間の数が相互に等しい符号長  $m$  および符号長  $m+1$  の符号について、

符号長  $m$  の記録マーク形成期間に含まれる任意の第  $K$  番目のボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間を「符号長  $m$  のパルス幅」とし、符号長  $m+1$  の記録マーク形成期間に含まれる第  $K$  番目のボトムパワーレベル（ $P_b$ ）の期間を「符号長  $m+1$  のパルス幅」とした場合において、

$$(\text{符号長 } m \text{ のパルス幅}) \leq (\text{符号長 } m+1 \text{ のパルス幅})$$

の関係が成立するように記録波形を決定する請求項 11 に記載のデータ記録装置。

14. 符号長  $x$  が  $n+3$  以上の符号に対応する記録マーク形成期間における記録波形は、 $(x-1)$  を 2 で割った商に等しい記録パルスを含むように決定される請求項 11 に記載のデータ記録方法。

15. マーク形成期間におけるレーザーパルスの基本波形の立ち下がりから立ち上がりの全間隔が検出窓幅（ $T_w$ ）以上となるように前記記録波形を決定する請求項 11 に記載のデータ記録装置。

16. 符号長  $x$  に応じて、対応する記録マーク形成期間における記録波形に含まれる先頭パルスの開始位置および冷却パルスの終端位置のシフトを行なうパルス移動手段を備える請求項 11 に記載

のデータ記録装置。

17. 符号長  $x$  が  $n$ 、 $n+1$ 、 $n+2$ 、 $n+3$  以上の少なくとも4つの区分けに応じて異なる大きさに前記シフトを設定する記録補償手段を有する請求項16に記載のデータ記録装置。
- 5

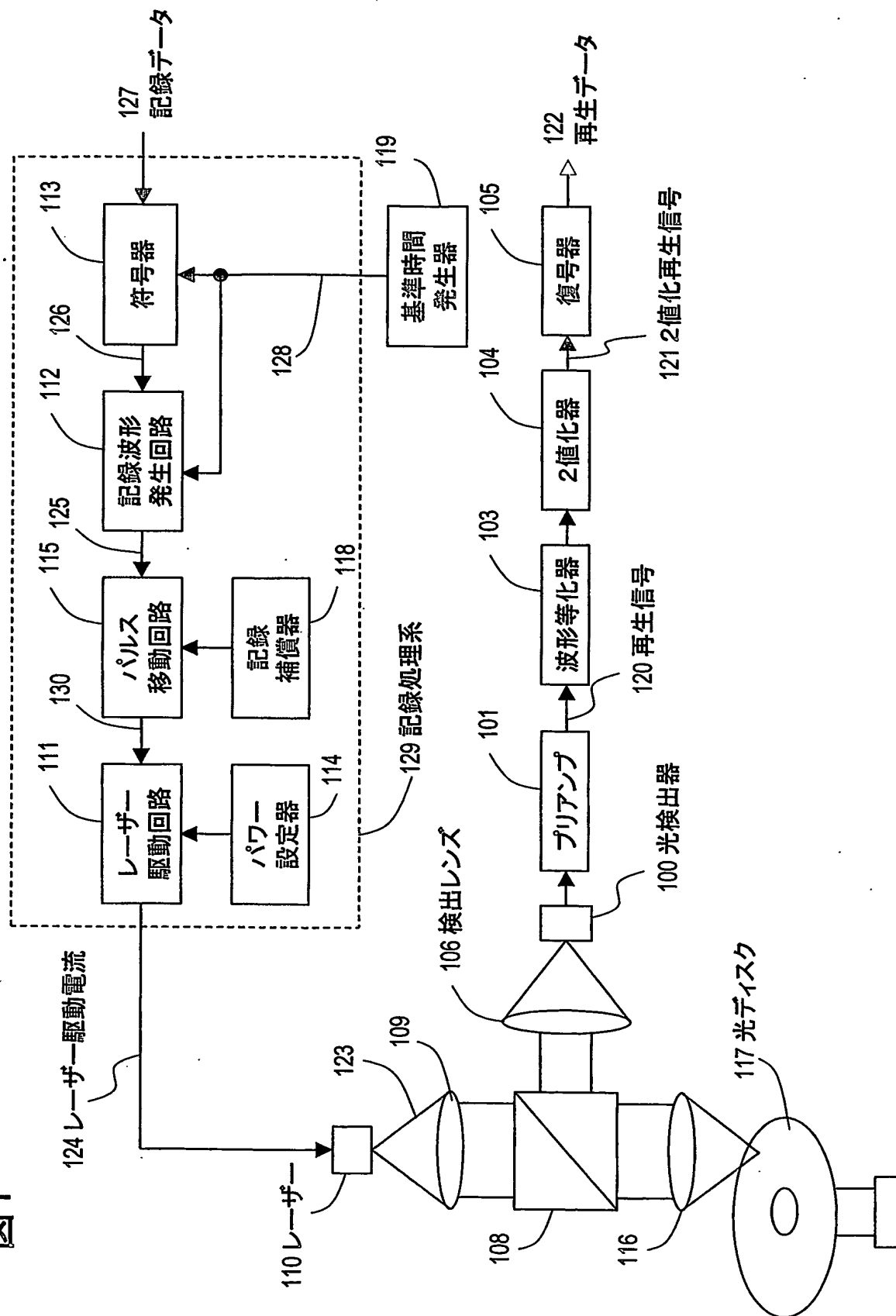
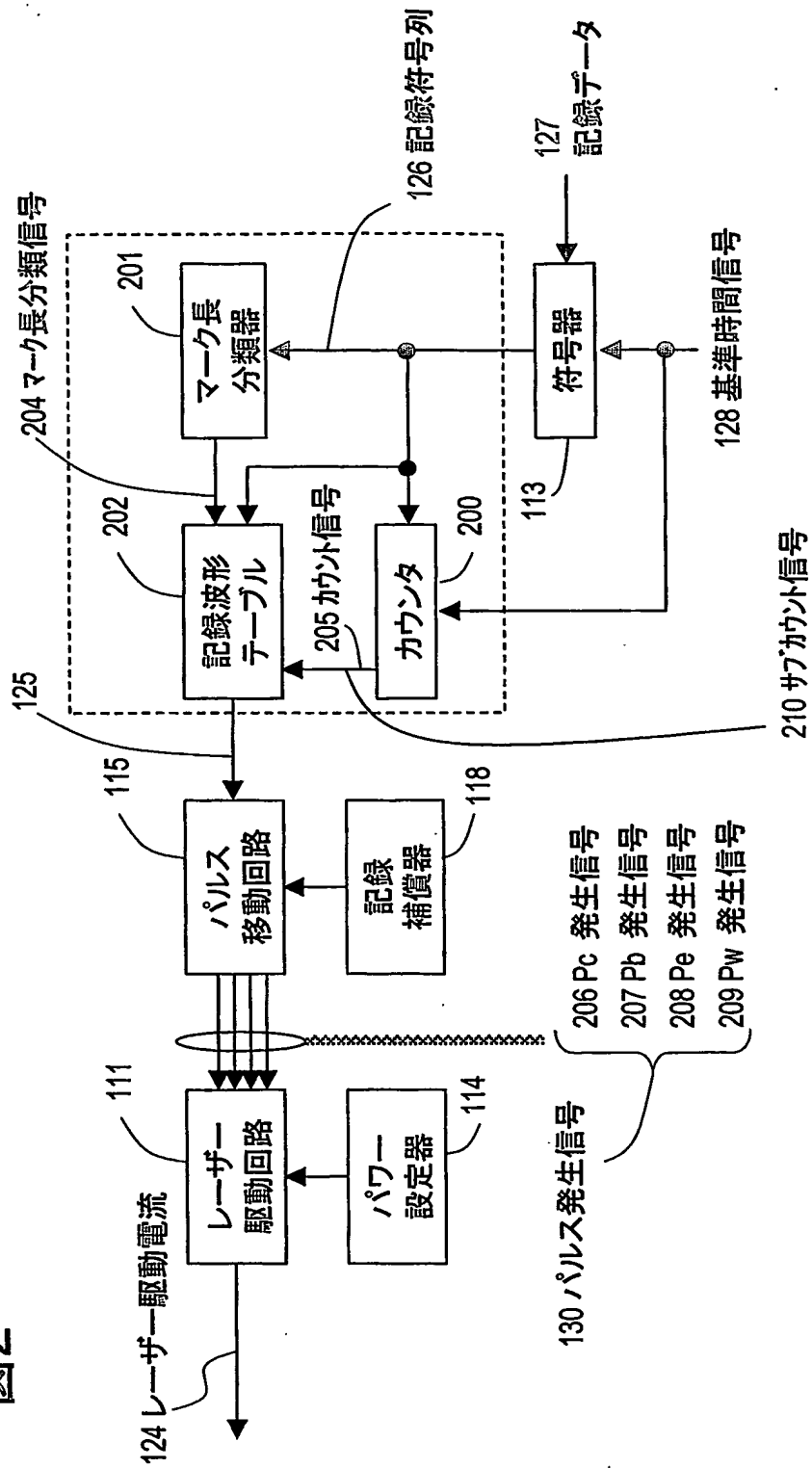


図2



## 図 3

(a)128 基準時間信号

(b)126 記録符号列

(c)300 マーク配列

(d)205 カウント信号

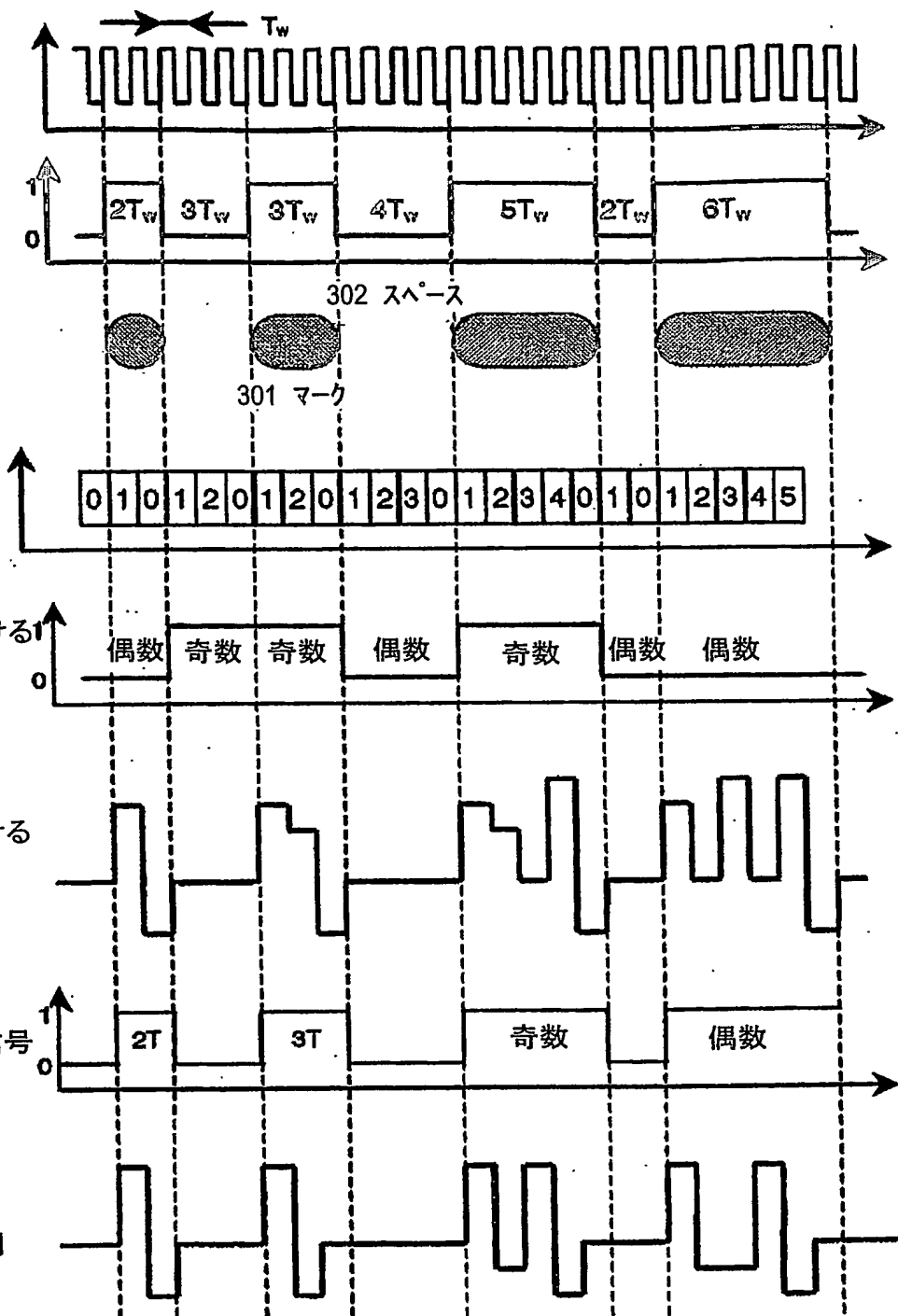
(e)307 従来装置における  
マーク長分類信号(f)303 従来装置における  
記録波形の列(g)204 本発明装置に  
おけるマーク長分類信号(h)304 本発明装置に  
おける記録波形の列

図 4

(a) 128 基準時間信号

(b) 205 カウント信号

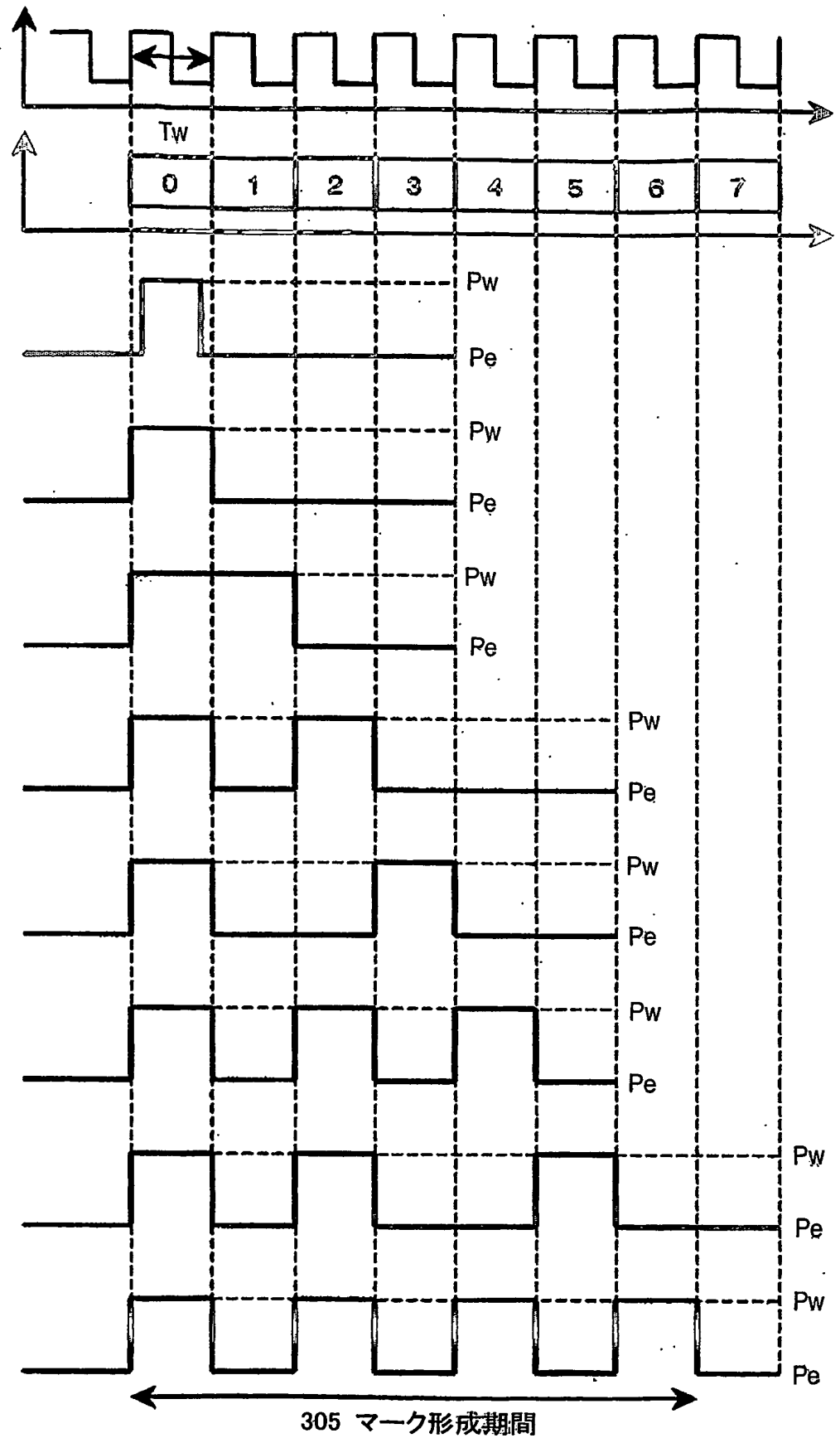
(c) 400  $2T_w$ (d) 401  $3T_w$ (e) 402  $4T_w$ (f) 403  $5T_w$ (g) 404  $6T_w$ (h) 405  $7T_w$ (i) 406  $8T_w$ (j) 407  $9T_w$ 

図 5

(a)1028 基準時間信号

(b)1005 カウント信号

(c)500 2Tw

(d)501 3Tw

(e)502 4Tw

(f)503 5Tw

(g)504 6Tw

(h)505 7Tw

(i)506 8Tw

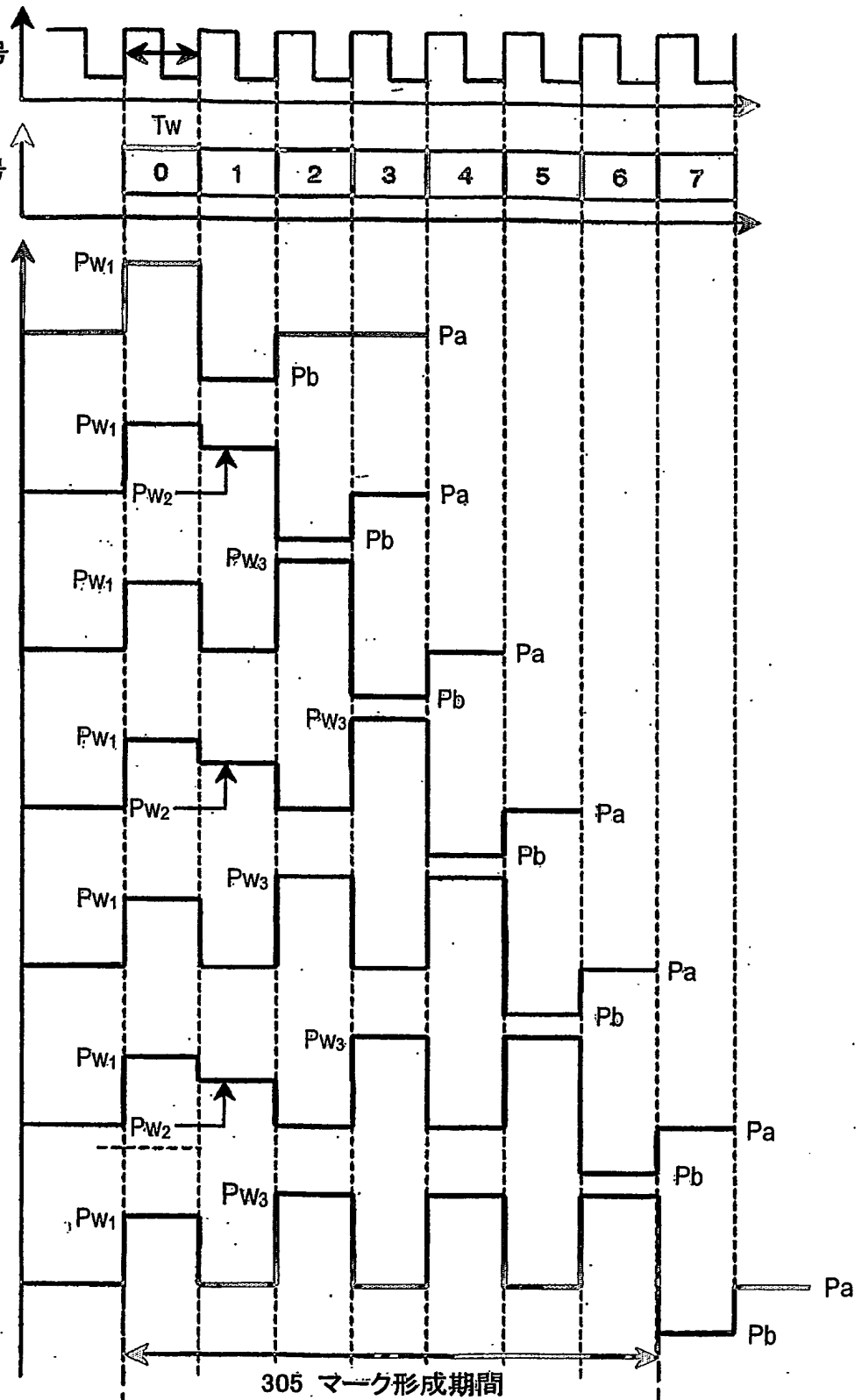


図 6

(a)128 基準時間信号

(b)205 カウント信号

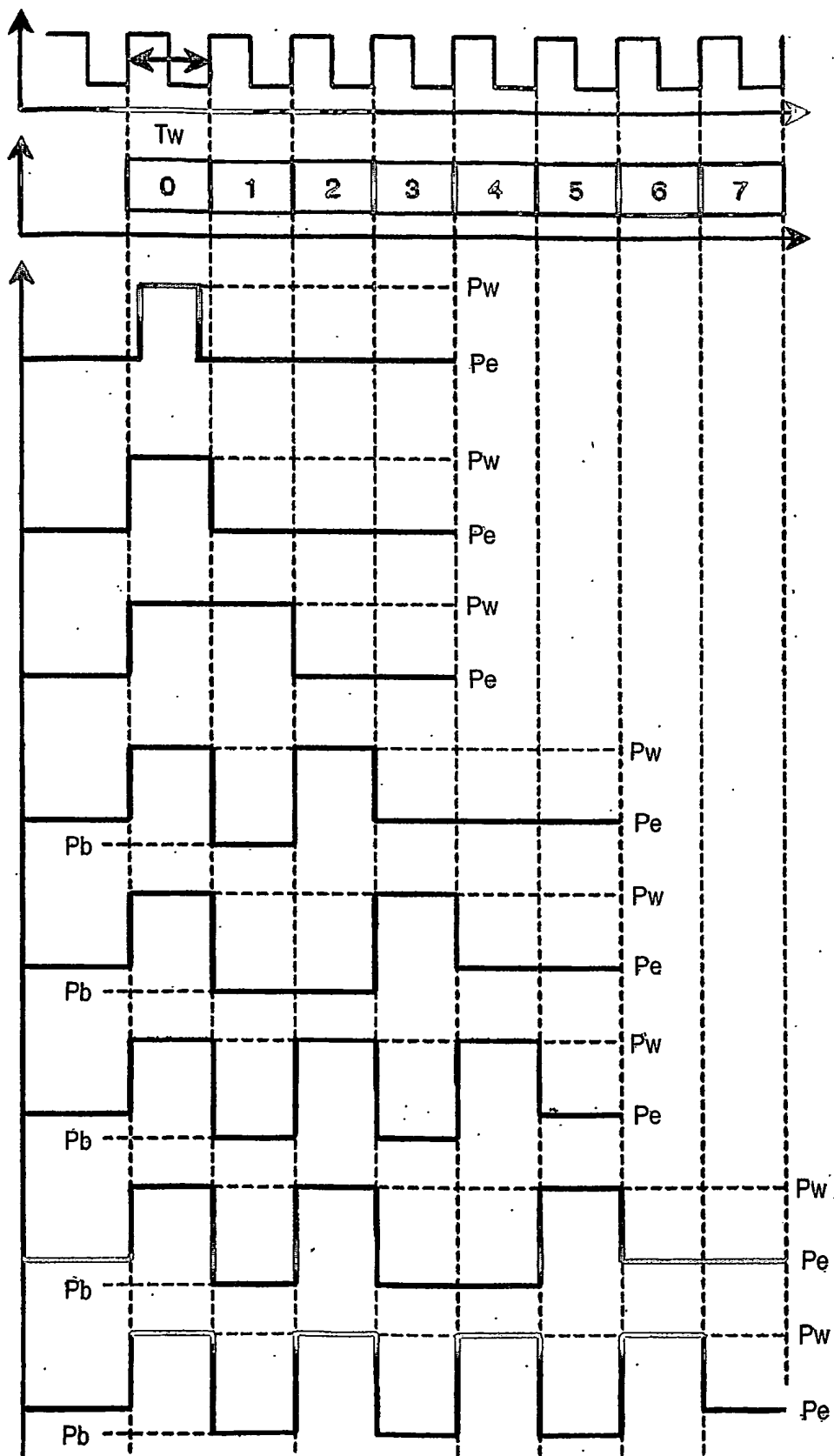
(c)600  $2T_w$ (d)601  $3T_w$ (e)602  $4T_w$ (f)603  $5T_w$ (g)604  $6T_w$ (h)605  $7T_w$ (i)606  $8T_w$ (j)607  $9T_w$ 



図 7

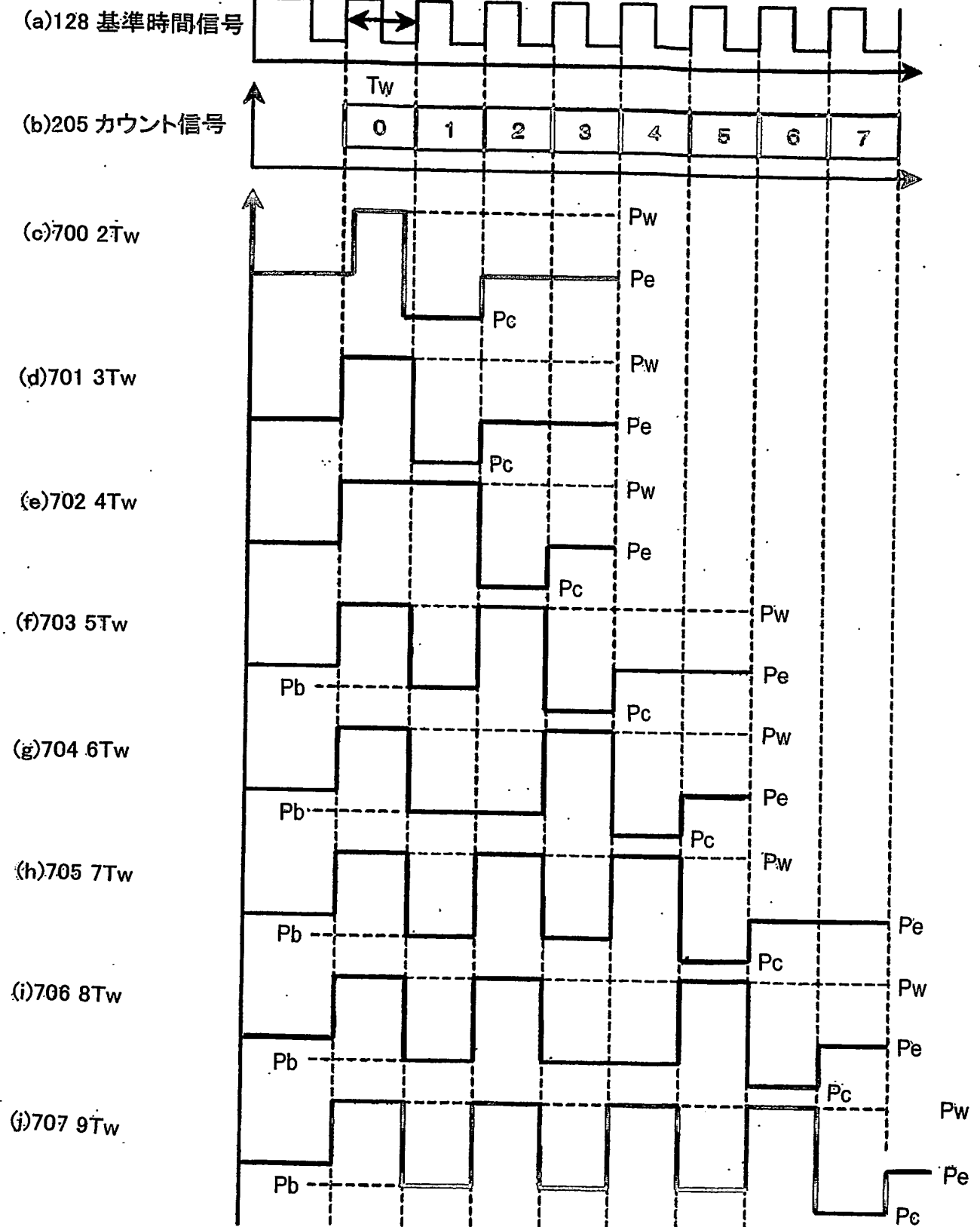
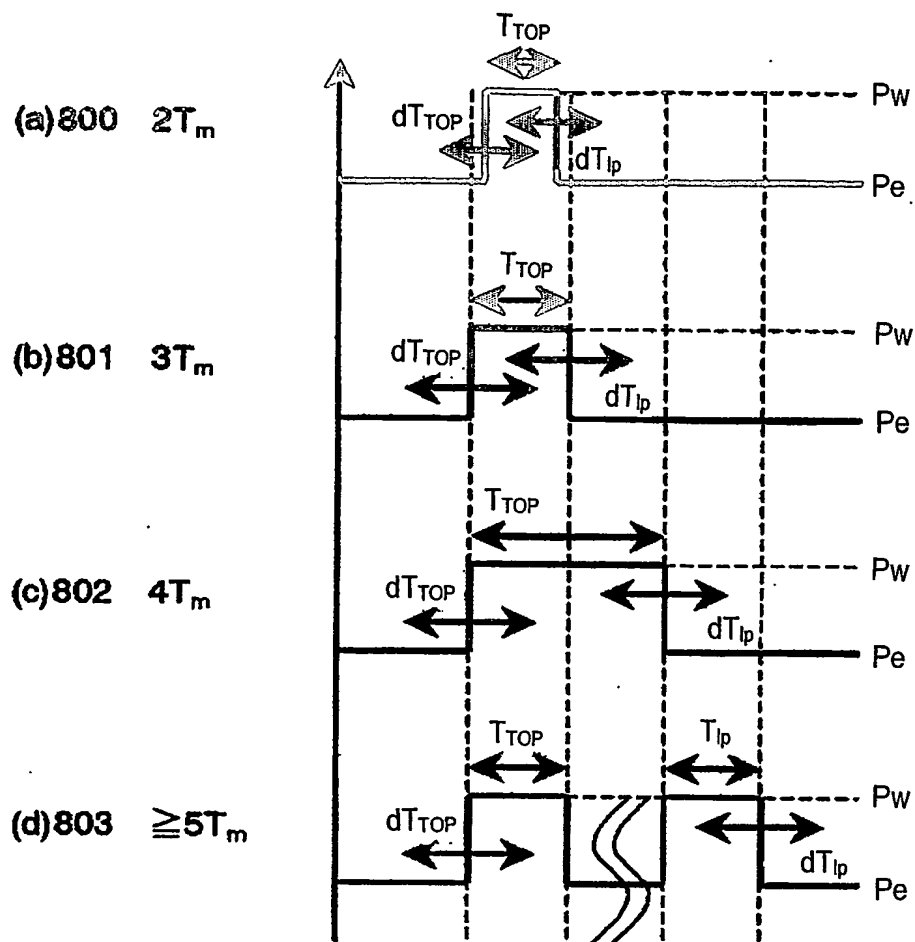


図 8



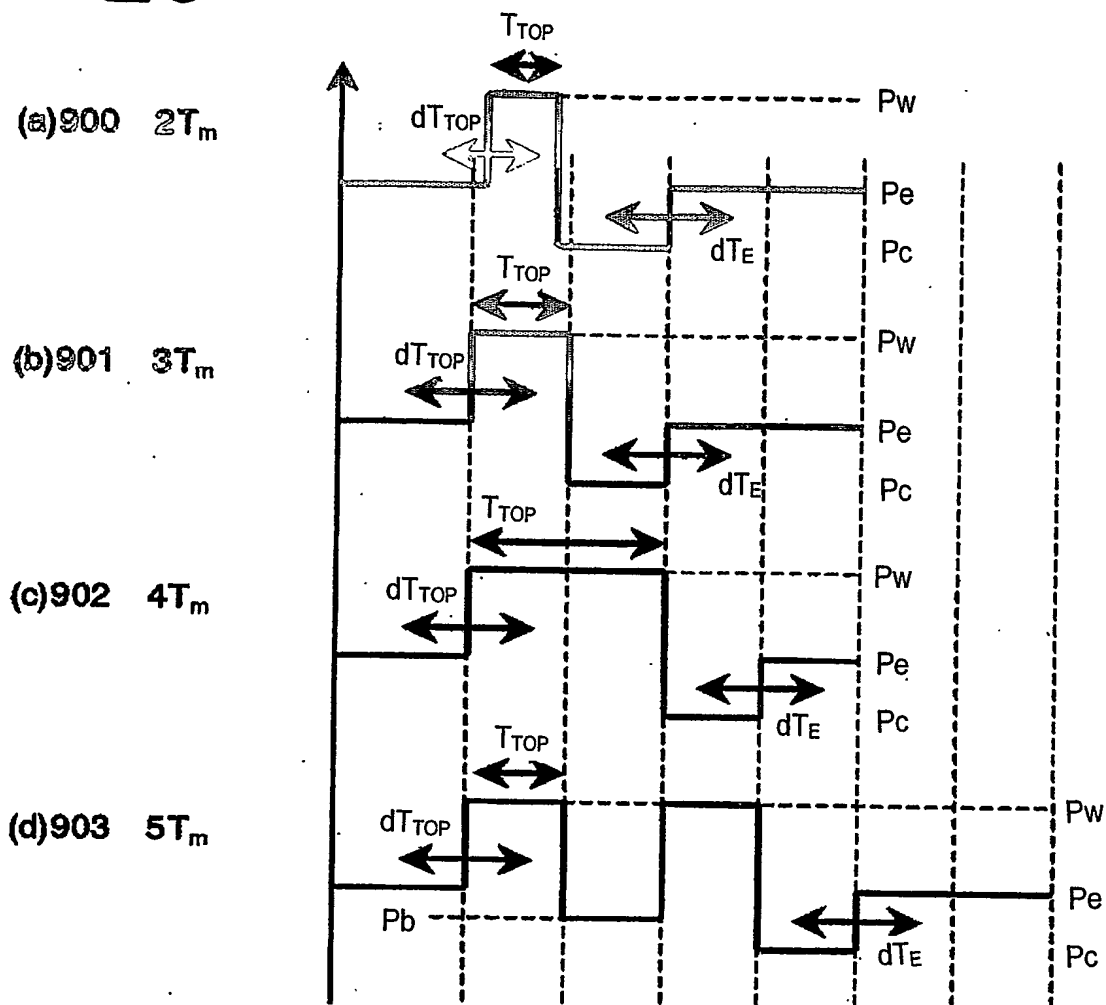
先頭パルス照射位置

	2T	3T	4T	$\geq 5T$
$T_{TOP}$				
$dT_{TOP}$				

最終パルス照射位置

	2T	3T	4T	$\geq 5T$
$T_{lp}$				
$dT_{lp}$				

図 9



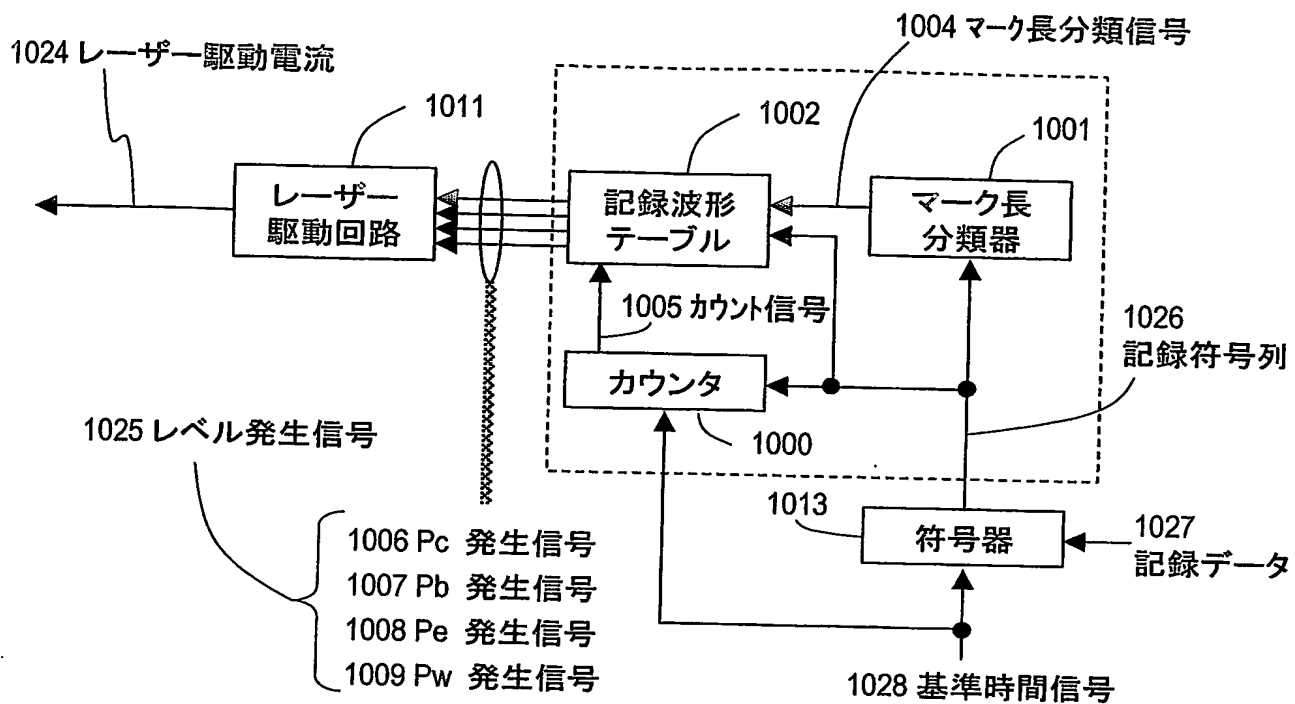
先頭パルス照射位置

	2T	3T	4T	$\geq 5T$
$T_{TOP}$				
$dT_{TOP}$				

冷却パルス照射位置

	2T	3T	4T	$\geq 5T$
$T_E$				

図10



## 図 11

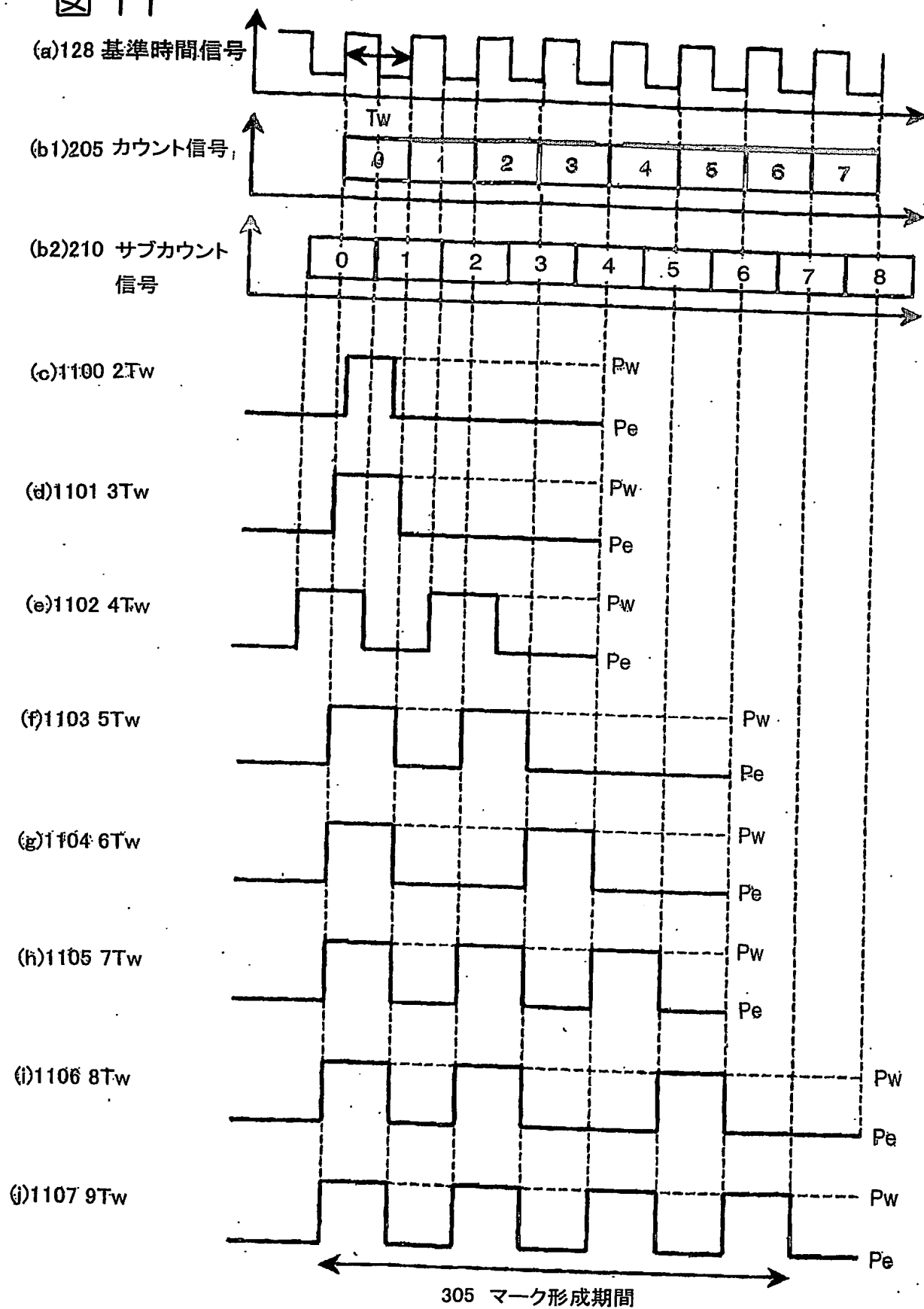


図 12

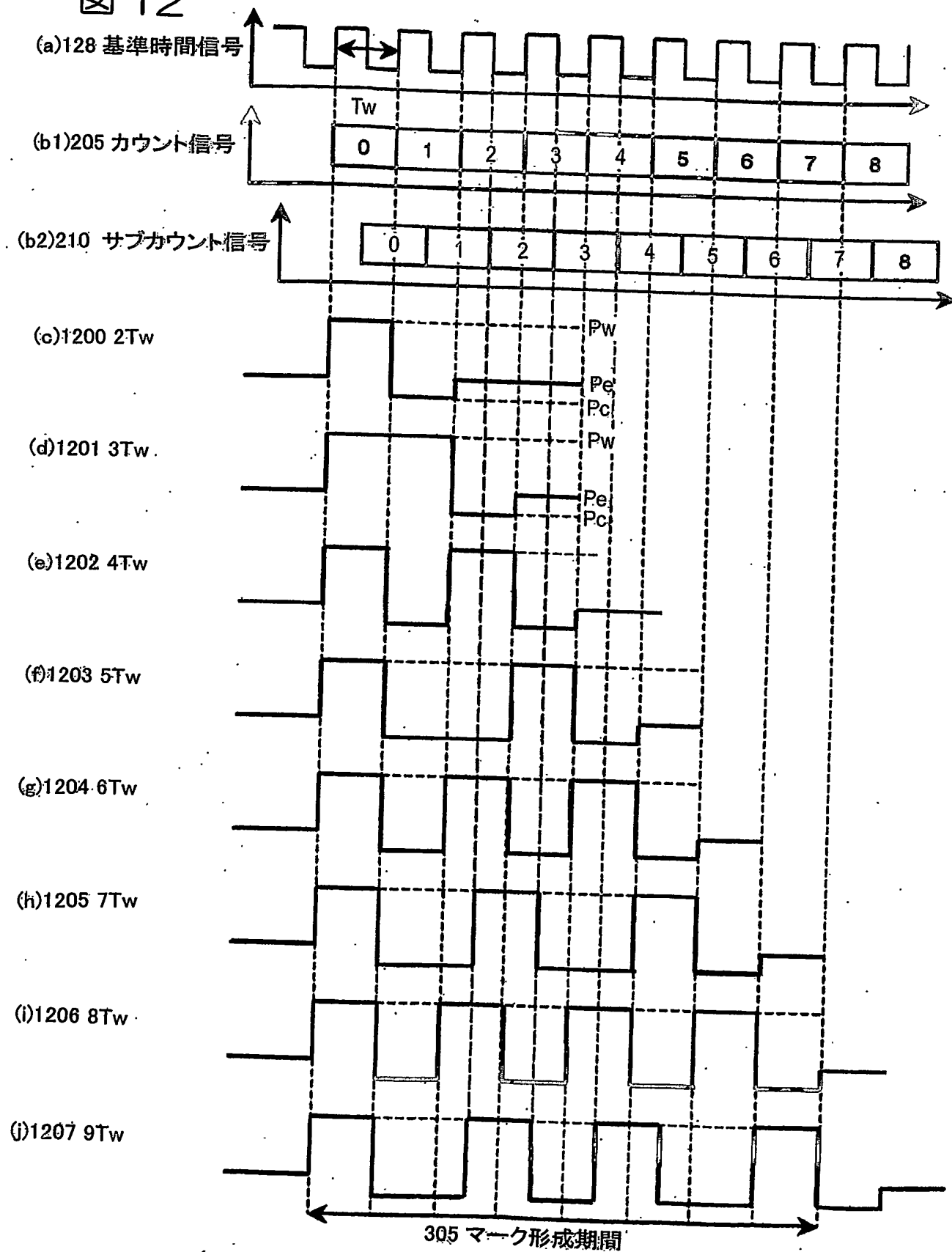
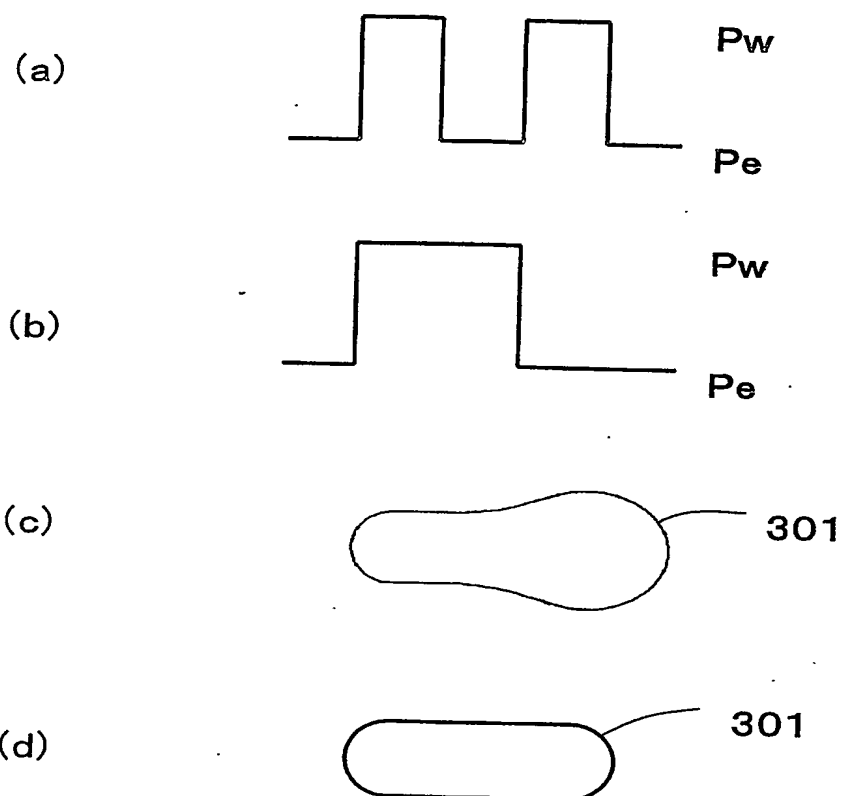


図 13



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004224

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G11B7/0045, 7/125

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G11B7/00-7/013, 7/12-7/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-083573 A (Yamaha Corp.), 31 March, 1998 (31.03.98), Full text (Family: none)	1, 5-7, 10, 11, 13, 15
Y	JP 9-134525 A (Ricoh Co., Ltd.), 20 May, 1997 (20.05.97), Full text & US 5732062 A	2, 4, 8, 9, 12, 14, 16, 17
Y	JP 8-287465 A (Ricoh Co., Ltd.), 01 November, 1996 (01.11.96), Full text (Family: none)	2, 4, 12, 14
Y		8, 9, 16, 17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 April, 2004 (15.04.04)

Date of mailing of the international search report  
11 May, 2004 (11.05.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004224

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☒ Claims Nos.: 3  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  
There are terms "said step (B)" and "said recording mark forming period" in claim 3. However, the terms cannot be found before this statement. Therefore, the invention of claim 3 is unclear.
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

### Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G11B7/0045, 7/125

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G11B7/00-7/013, 7/12-7/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 10-083573 A (ヤマハ株式会社) 1998. 03. 31, 全文 (ファミリーなし)	1, 5-7, 10, 11, 13, 15
Y		2, 4, 8, 9, 12, 14, 16, 17
Y	J P 9-134525 A (株式会社リコー) 1997. 05. 20, 全文 & US 5732062 A	2, 4, 12, 14
Y	J P 8-287465 A (株式会社リコー) 1996. 11. 01, 全文 (ファミリーなし)	8, 9, 16, 17

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 04. 2004

国際調査報告の発送日

11. 5. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

榎 広行

5 D

3 0 4 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

## 第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☒ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、  
請求の範囲3には「前記ステップ(B)」「前記記録マーク形成期間」と記載されているが、この記載より前に、ステップ(B)、記録マーク形成期間について何等記載されていないため、請求の範囲3は発明が不明確となっている。
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。  
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。